

インドネシア国
火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に
関する総合的研究プロジェクト
詳細計画策定調査
報告書

平成26年3月
(2014年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境

JR

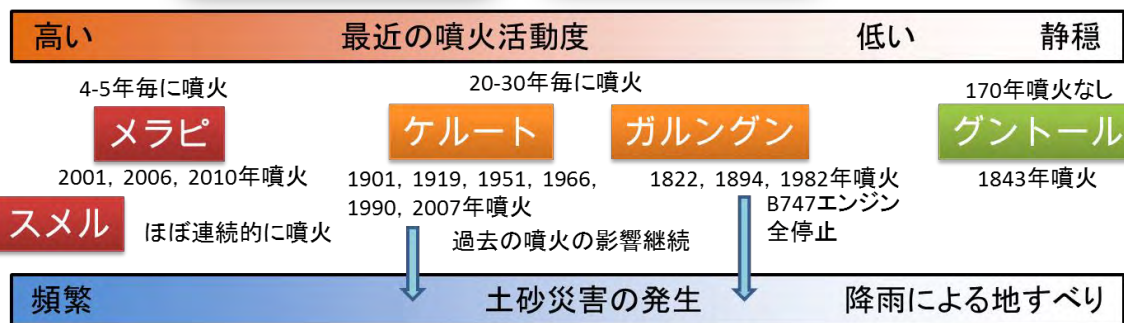
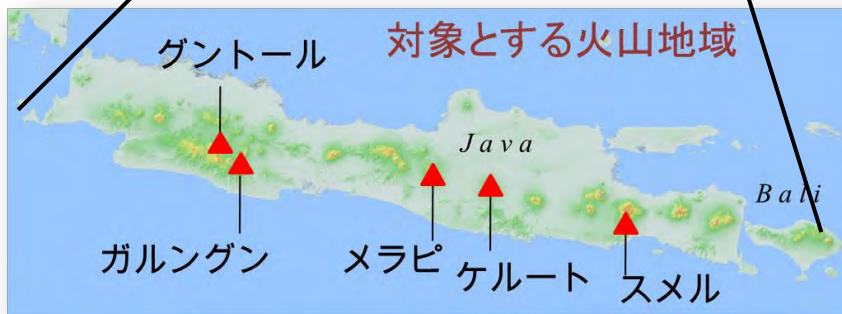
14-094

インドネシア国
火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に
関する総合的研究プロジェクト
詳細計画策定調査
報告書

平成26年3月
(2014年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

プロジェクト位置図 (対象火山とその特徴)



調査中の写真



キックオフ・ミーティングの様子



ババダン観測所の観測トンネル



メラピ火山



ババダン観測所の GPS (奥)、雨量計 (手前)



STC との協議の様子



STC が整備した砂防施設



土砂の採掘が行われている様子



署名

略 語 表

| | | |
|----------|---|---------------------|
| ASEAN | Association of South-East Asian Nations | 東南アジア諸国連合 |
| Aus AID | the Australian Agency for International Development | オーストラリア国際開発庁 |
| BAPPENAS | National Development Planning Agency | インドネシア国 国家開発計画局 |
| BMKG | Indonesian Meteorological Institute | インドネシア国 気象気候地球物理庁 |
| BNPB | Disaster Management National Agency | インドネシア国 国家防災庁 |
| BPPT | Agency for the Assessment and Application of Technology | インドネシア国 技術応用庁 |
| BPPTK | Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia | 火山技術研究センター |
| CVGHM | Center for Volcanology & Geological Hazard Mitigation | 火山地質災害軽減センター |
| ESDM | Ministry of Energy and Mineral Resources | インドネシア国 エネルギー・鉱物資源省 |
| JCC | Joint Coordinating Committee | 合同調整委員会 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| JST | Japan Society and Technology Agency | 科学技術振興機構 |
| MOU | Memorandum of Understanding | 覚書 |
| PDM | Project Design Matrix | プロジェクト・デザイン・マトリックス |
| PU | Ministry of Public Works | インドネシア国 公共事業省 |
| R/D | Record of Discussion | 討議議事録 |
| RISTEK | State Ministry of Research and Technology | インドネシア国 研究技術省 |
| STC | Sabo Technical Centre | 公共事業省砂防技術センター |
| SATREPS | Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development | 地球規模課題に対応する科学技術協力 |
| UGM | Universitas Gadjah Mada | ガジャマダ大学 |

事業事前評価表（地球規模課題対応国際科学技術協力）

作成日：平成 25 年 11 月 1 日
担当部・課：地球環境部防災第一課

1. 案件名

国名：インドネシア国

案件名：和名「火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究プロジェクト」

英名「the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia」

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における防災セクター（火山・土砂災害）の現状と課題

地震・火山の現象とその防災に関して、日本とインドネシア国は共通点が多い。両国とも環太平洋火山帯に位置し、プレート境界や内陸活断層で大地震が発生すること、百を超える活火山が存在しそのほとんどが人口密集地に近いこと、また、これらの自然災害の調査・研究、対策が国家の主要課題として取り込まれ、対応する国の機関が多く省庁にまたがっていることなどである。

インドネシア国では、2004 年 12 月にスマトラ島沖地震（死者 22 万人）、2009 年 9 月の西スマトラ州パダン沖地震（死者 1100 人）などの大地震や、2006 年 5 月及び 2010 年 10 月のメラピ火山の噴火（2010 年は死者 386 人、避難者 40 万人）など地震火山活動が立て続けに発生しており、地震・火山・津波防災は国家の重要な課題として取り組んでいく必要がある。

そのような状況の中、インドネシア国より地震火山分野の防災対策を行うための地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）が要請され、2009 年 5 月から 3 年間に亘り「インドネシア国における地震火山の総合防災策」が実施された。同プロジェクトでは、過去の地震の履歴調査、津波浸水域の予測、過去の火山噴火の履歴調査、シナブン火山やメラピ火山における火山活動の予測、また工学的見地からの津波被害の軽減、液状化ハザードマップの作成、住宅の耐震性向上に向けた提案など、地震・津波・火山災害を軽減するための総合的な研究が日本とインドネシア国共同で行われた。

しかし、インドネシア国は 127 の活火山が存在する世界有数の火山国であり、現在でも 1 年に 10 程度の火山が噴火するなど、依然として火山災害の危険性は非常に高い。インドネシア国の国土は火山噴出物とその侵食による土砂で覆われており、火山噴火による火砕流や土石流、斜面崩壊などが同時に起こる複合土砂災害のリスクが存在している。また、異常豪雨などの常襲地域であるインドネシア国では、噴火後に多様な土砂移動現象が発生し、しばしば甚大な土砂災害に見舞われている。さらに、火山灰の拡散も大きな問題となっており、1982 年に発生した西ジャワのガルングン火山の噴火による火山灰はジャンボジェット機の全エンジンを停止させ、世界中の航空関係者に火山灰の脅威を知らしめる出来事となった。

以上を背景に、火山噴出物の放出に起因する災害を総合的に軽減するために、過去に実施された SATREPS の火山分野における研究を発展させ、火山災害対策と土砂災害対策を一連の課題として扱う SATREPS プロジェクトが要請されるに至った。上述の通り、火山噴出物に起因する災害は火山災害、土砂災害、火山灰の拡散（気象）等複数分野に亘るものであるため、本プロジェクトではエネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センターを中心に、ガジャマダ大学（火山、砂防）、公共事業省水資源研究所砂防センター（砂防）、気象気候地球物理庁（気象）と共同で実施される。

(2) 当該国における防災セクター（火山・土砂災害）の開発政策と本プロジェクトの位置付け

インドネシア国の「国家中期開発計画 2010-2014」では、11 の優先開発課題のひとつとして「環境及び災害管理」が挙げられており、政府機関の防災対策能力強化をうたっている。また、国家防災庁が策定した「国家防災計画 2010-2014」は、災害管理活動プログラムをインドネシア国の全ての政府組織がそれぞれの戦略計画において主流化することとしており、本プロジェクトは、インドネシア国政府が取り組む防災セクターの強化という国家政策と合致している。

また、2004 年 12 月 26 日に発生したスマトラ島沖地震及び同地震により引き起こされたインド洋津波によりインドネシア国が多大な被害を受けたことを受け、日本、インドネシア国の 2 国間で設置した「防災に関する共同委員会」の報告書（2006 年 7 月）によれば、「6-1 主要な要素の確立」に「(3) 洪水、土砂災害、火山噴火などその他自然災害への対応」が示されており、火山災害、土砂災害を複合的に扱う本プロジェクトはインドネシア国及び我が国の援助方針とも合致するものになっている。

(3) 防災セクター（火山・土砂災害）に対する我が国及び JICA の援助方針と実績

我が国の「対インドネシア共和国 国別援助方針」（平成 24 年 4 月）によれば、3 つの重点分野のひとつ「(2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」の中で、防災・災害対策支援等を行うとしている。また、別添の事業展開計画において、「開発課題 2-2 防災・緊急事態対策」として「防災能力向上プログラム」が示されており、防災対策支援は対インドネシア国別援助政策の重要な要素と位置付けられている。

また、JICA はこれまで防災分野における支援を多く実施してきている。これらの事業のうち、「インドネシアにおける地震・火山の総合防災策」（科学技術協力、2009 年～2013 年）は本プロジェクトの前身となる案件であり、本プロジェクトは過去の科学技術協力の成果を活用して実施される。

加えて、JICA は円借款「メラピ山・プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」（2005 年 L/A 調印）において、メラピ山で砂防ダムや導流堤の建設等を実施している。2010 年のメラピ山噴火時には国際緊急援助隊専門家チームの派遣も行った。

(4) 他の援助機関の対応

メラピ火山において、フランス政府が「DOMERAPI」プロジェクトを実施している。同プロジェクトではメラピ火山に GPS 観測機材などを設置して火山活動のモニタリングを行っている。

3. 事業概要

(1) 事業目的

本プロジェクトは、インドネシア国内の 5 火山（メラピ、スメル、ケルト、ガルングン、グントール）を対象にして、「火山噴火早期警戒システム」、「統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ」、「浮遊火山灰警戒システム」を統合した「複合土砂災害対策意思決定支援システム」を構築し、これが防災関係機関に活用される状態にすることで、火山噴出物の放出に起因する災害の総合的な軽減を目指すものである。

(2) 事業スケジュール（協力期間）

2014 年 3 月～2019 年 3 月を予定（計 60 ヶ月）

(3) 本プロジェクトの受益者（ターゲットグループ）

相手国側実施機関（3. (5) に記載）の職員のうち、本プロジェクトで共同研究を行う研究者・

実務者約 60 名

(4) 総事業費（日本側）

3.0 億円

(5) 相手国側実施機関

研究代表機関：エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター（CVGHM）

共同研究機関：ガジヤマダ大学（UGM）

公共事業省水資源研究所砂防センター（STC）

気象気候地球物理庁（BMKG）

(6) 国内協力機関

研究代表機関：京都大学

(7) 投入（インプット）

1) 日本側

短期専門家：約 25 名（火山、砂防、気象分野等）

長期専門家：1 名（業務調整）

機材供与：X バンド MP レーダー、地震計、傾斜計、水理観測機材等

短期研究員受入：年 2～3 名程度

2) インドネシア国側

カウンターパートの配置（火山、砂防、気象分野の研究者、実務者）

専門家執務スペース

設置機材の維持管理費

専門家受入に必要な手続き

(8) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境に対する影響/用地取得・住民移転

①カテゴリ分類：C

②カテゴリ分類の根拠

地質調査に係る小規模なボーリング調査等を予定しているものの環境、社会に与える影響は小さいと考えられるため。

2) ジェンダー・平等推進/平和構築・貧困削減

火山・土砂災害に対する防災能力の向上により、特に災害に脆弱な地域の人的、経済的損失が軽減され、貧困削減にも貢献する。

3) その他

特になし。

(9) 関連する援助活動

1) 我が国の援助活動

JICA は土砂災害への対応として、円借款「メラピ山・プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」において砂防ダム建設等のハード面での協力を実施しており、また技術協力プロジェクト「バンジール・バンドン災害対策プロジェクト」（2008-2012）では、インドネシア防災関連機関を対象にバンジール・バンドン¹にかかる対応能力の強化支援を行っている。本プロジ

¹ 主に天然ダムの形成とその崩壊に起因するフラッシュフラッド（急激な増水を伴う洪水）および土石流。

プロジェクトでは研究協力としてメラピ山等の火山を対象に、観測から解析、予警報、避難のための意思決定を支援する複合土砂災害対策意思決定支援システムを構築するものである。

2) 他ドナー等の援助活動

フランス政府が実施している「DOMERAPI」プロジェクトにおいて設置された GPS などからの情報を本プロジェクトでも活用するとともに、本プロジェクトで得られたデータを同プロジェクトに共有することを検討している。

4. 協力の枠組み

(1) 協力概要

1) プロジェクト目標

火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムを統合した複合土砂災害意思決定支援システム (SSDM) が構築され、防災関係機関や自治体などの関係機関が活用できる状態にある。

指標：プロジェクト開始後に設定。

2) 成果及び活動

<成果 1>

地盤変動センサー²、X バンド MP レーダー³、水文センサー⁴群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。

指標

1-1 地震計、傾斜計及び GNSS⁵による火山観測が行われ、火山活動の早期警戒システム及び火山噴出物のリアルタイム噴出率予測にデータが利用できる状態にある。

1-2 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータのパラメータとして、出水率や土砂の移動量がリアルタイムで観測できる。

1-3 降雨量と火山灰の拡散範囲が X バンド MP レーダーによってリアルタイムかつ時空間的に高解像度に把握できる。

活動

1-1 火山噴火予測とリアルタイム評価のための観測システム開発

1-2 土砂災害予測のための観測システム開発

1-3 雨雲・火山灰検知のためのレーダー観測システム開発

<成果 2>

火山灰噴出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。

指標

2-1 火山活動推移モデルにおいて対象 5 火山の現在の火山活動の長期的位置づけが明らかになる。

2-2 火山噴出物放出率が火山活動推移モデルから予測でき、噴火開始後はリアルタイムで火山

² 地盤変動量を計測するための傾斜計、GPS などの機材。

³ 気象レーダーの一種。従来のレーダーは水平偏波のみで観測していたのに対し、MP (マルチパラメーター) レーダーでは垂直偏波と合わせて 2 種類の電波で観測を行うことにより、高分解能・高頻度で観測可能となる。X バンドは電波の波長の 1 種。

⁴ 土石流を計測するための水位計などの機材。

⁵ 衛星を用いた測位システムの総称。

活動が評価できる。

活動:

2-1 データベース構築に基づく火山活動推移モデルの開発

2-2 火山灰噴出率予測モデルの開発

<成果 3>

土砂移動現象予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される。

指標

3-1 火砕流、溶岩流、降下火山灰や降雨によって引き起こされるラハール⁶、地形変動、河床変動など様々な土砂災害をシミュレーションするための各シミュレーション・エンジンが開発される。

3-2 各シミュレーション・エンジンが統合 GIS 複合土砂災害シミュレータとして統合され、複合土砂災害のシミュレーションが可能となる。

活動

3-1 土砂移動現象予測のモデル化

3-2 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータの開発

<成果 4>

火山灰の移動・拡散現象の検知・シミュレーションに基づき浮遊火山灰警戒システムが構築される。

指標

4-1 火山灰の粒子密度の時空間分布がシミュレーション・エンジンによって予測される。

4-2 航空機の安全運航のための火山灰粒子密度の警戒レベルの閾値が提案され、火山灰粒子密度と警戒範囲をリアルタイムで表示する浮遊火山灰警戒システムが構築される。

活動

4-1 火山灰拡散モデルの高度化

4-2 火山灰早期警戒システムの開発

<成果 5>

成果 1～5 を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される。

指標

5-1 複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築され、防災対策に活用できる。

5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの活用を促進するためのコンソーシアムが設立され、同システムが火山活動の段階に応じた住民への防災教育や災害軽減に活用される。

活動

5-1 成果 1 から 4 で構築されたサブシステムの統合化

5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの利活用推進

3) プロジェクト実施上の留意点

<指標について>

プロジェクト目標の指標は、カウンターパート機関以外の関係機関（防災関係機関や自治体など）との調整を要するため、プロジェクト開始後 1 年以内を目途に JCC やコンソーシアム等

⁶ 火山噴火の際に大量の水分を含んだ火山灰などの噴出物が山の斜面を流れ下る現象。

での議論をもとに設定する。

<実施体制について>

CVGHM がインドネシア国側研究代表機関としてとりまとめを行い、UGM（火山・砂防）、STC（砂防）、BMKG（気象）が各分野の共同研究機関として位置付けられる。

<プロジェクトサイトの選定理由について>

本プロジェクトで対象とする 5 火山の選定理由は以下の通り。

①メラピ火山（中部ジャワ）

2010 年 10 月～11 月の噴火に伴い 1 億立方メートルを超える火山灰が放出され、現在も土石流が頻繁に発生している最重要火山。

②スメル火山（東ジャワ）

噴火活動は継続的に発生しており、数年おきに 10km の距離に達する火砕流や土石流が発生している。

③ケルート火山（東ジャワ）

20～30 年おきに噴火が発生し、規模の大きい噴火発生時には土砂災害が繰り返し起こっている。

④ガルングン火山（西ジャワ）

1982 年の噴火で放出された噴煙に英国航空の B747 型機が突入し、ジェットエンジンが全て停止したという事故が起こっている。その後も泥流発生が続いている。

⑤グントール火山（西ジャワ）

170 年噴火は発生していないが、地震活動は高く、近いうちに噴火の危険性が高い。人口密集地域であり、噴火が発生すれば、その被害は甚大であり、静穏期火山における防災啓発活動の最重点地域である。

<関係する機関との連携について>

本プロジェクトで開発する「複合土砂災害意思決定支援システム」のユーザーとして、防災関係機関や自治体などの機関が想定される。同システムをそれらのユーザーに有効活用してもらうために、本プロジェクトでは成果 5 においてコンソーシアムを立ち上げ、同システムの利活用推進を行っていく計画である。なお、具体的な関係機関はプロジェクト実施中にコンソーシアムや合同調整委員会（JCC）などで決定していく。

(2) その他インパクト

特になし。

5. 前提条件・外部条件（リスク・コントロール）

(1) 事業実施のための前提

特になし。

(2) 成果達成のための外部条件

- ・大きな自然災害によってプロジェクト活動が阻害されない。
- ・供与された機材が盗難にあわない、または、故意に重大な損害を受けない。

(3) プロジェクト目標達成のための外部条件

特になし。

6. 評価結果

本プロジェクトは、インドネシア国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、また計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。

7. 過去の類似案件の教訓と本プロジェクトへの活用

先行して実施された「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」（2009～2012年）の終了時評価では、研究成果を社会実装するために研究と行政を結びつけるためのプラットフォームづくりが重要であると指摘されている。本プロジェクトでは、最終成果である「複合土砂災害意思決定支援システム」が有効に活用されるための基盤を作るために、カウンターパート機関、防災関係機関、自治体及び住民などから構成されるコンソーシアムを立ち上げて、本プロジェクトの研究成果が社会実装されるよう定期的にセミナーやワークショップを開催し、同システムの利活用推進を図る。

8. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4. (1) のとおり

(2) 今後の評価計画

- ・ 中間レビュー 平成 28 年 9 月頃
- ・ 終了時評価 平成 30 年 9 月頃

目 次

プロジェクト位置図

調査中の写真

略語表

事業事前評価表

| | |
|-----------------------------------|------|
| 第1章 調査概要..... | 1-1 |
| 1-1 調査の背景..... | 1-1 |
| 1-2 調査の目的..... | 1-1 |
| 1-3 調査団の構成..... | 1-2 |
| 1-4 調査日程..... | 1-2 |
| 1-5 対処方針..... | 1-2 |
| 1-5-1 プロジェクトの要請内容..... | 1-2 |
| 1-5-2 調査方針及び留意事項..... | 1-3 |
| 第2章 インドネシアにおける防災・火山災害の現状と課題..... | 2-1 |
| 2-1 防災対策における政策・枠組み..... | 2-1 |
| 2-2 火山災害の発生状況..... | 2-1 |
| 2-3 火山災害に関する政策・計画及び関連機関等..... | 2-3 |
| 2-3-1 火山災害軽減に関する国家政策・計画..... | 2-3 |
| 2-3-2 火山活動情報の伝達..... | 2-3 |
| 2-3-3 火山災害の関係機関の概要..... | 2-4 |
| 2-4 火山災害対策における課題..... | 2-9 |
| 2-5 JICA 及び日本によるその他の援助..... | 2-9 |
| 2-5-1 我が国の対インドネシア国援助政策..... | 2-9 |
| 2-5-2 SATREPS 案件の位置づけ..... | 2-10 |
| 2-5-3 我が国のその他の援助..... | 2-10 |
| 2-6 他ドナーの動向..... | 2-11 |
| 2-6-1 Mitigation of Georisk..... | 2-11 |
| 2-6-2 DOMERAPI..... | 2-12 |
| 第3章 プロジェクトの実施内容..... | 3-1 |
| 3-1 プロジェクト概要..... | 3-1 |
| 3-1-1 事業目的..... | 3-1 |
| 3-1-2 プロジェクトサイト..... | 3-1 |
| 3-1-3 本プロジェクトの受益者（ターゲットグループ）..... | 3-1 |
| 3-1-4 事業スケジュール（協力期間）..... | 3-2 |
| 3-1-5 総事業費（日本側）..... | 3-2 |
| 3-1-6 実施機関..... | 3-2 |
| 3-1-7 投入（インプット）..... | 3-2 |

| | |
|-------------------------------------|------|
| 3-1-8 環境社会配慮・貧困削減・社会開発 | 3-2 |
| 3-1-9 関連する援助活動 | 3-3 |
| 3-2 協力の枠組み | 3-3 |
| 3-2-1 協力内容 | 3-3 |
| 3-2-2 実施体制 | 3-5 |
| 3-3 各成果の概要と実施工程、留意事項 | 3-6 |
| 3-3-1 成果 1 について | 3-6 |
| 3-3-2 成果 2 について | 3-8 |
| 3-3-3 成果 3 について | 3-10 |
| 3-3-4 成果 4 について | 3-11 |
| 3-3-5 成果 5 について | 3-12 |
| 3-4 供与機材 | 3-13 |
| 3-5 現地再委託 | 3-14 |
| 3-6 プロジェクト実施上の留意点 | 3-14 |
| 3-7 プロジェクトのモニタリング・評価 | 3-14 |
| 3-7-1 今後の評価に用いる主な指標 | 3-14 |
| 3-7-2 今後の評価計画 | 3-14 |
| 3-7-3 モニタリングの体制 | 3-15 |
| 3-8 外部条件及びその他のリスク | 3-15 |
| 3-8-1 事業実施のための前提条件 | 3-15 |
| 3-8-2 成果達成のための外部条件 | 3-15 |
| 3-8-3 プロジェクト目標・上位目標達成のための外部条件 | 3-15 |
| 3-9 日本における本プロジェクトの位置付け | 3-15 |
| 第 4 章 プロジェクトの評価 | 4-1 |
| 4-1 妥当性 | 4-1 |
| 4-1-1 必要性 | 4-1 |
| 4-1-2 優先度 | 4-1 |
| 4-1-3 手段としての適切性 | 4-1 |
| 4-2 有効性 | 4-2 |
| 4-2-1 プロジェクト目標の内容 | 4-2 |
| 4-2-2 因果関係 | 4-2 |
| 4-3 効率性 | 4-2 |
| 4-3-1 アウトプットの内容 | 4-2 |
| 4-3-2 因果関係 | 4-2 |
| 4-3-3 タイミング | 4-3 |
| 4-3-4 コスト | 4-3 |
| 4-4 インパクト | 4-3 |
| 4-5 持続性 | 4-3 |
| 4-5-1 政策・制度面 | 4-4 |

| | |
|--------------------|-----|
| 4-5-2 組織・財政面 | 4-4 |
| 4-5-3 技術面 | 4-4 |
| 第5章 結論 | 5-1 |
| 5-1 結論 | 5-1 |
| 5-2 要検討事項 | 5-1 |
| 5-3 団長所感 | 5-2 |
| 5-4 研究代表所感 | 5-3 |

別添資料

1. 調査日程
2. 面談記録
3. PDM
4. 署名済み M/M

第1章 調査概要

1-1 調査の背景

地震・火山の現象とその防災に関して、日本とインドネシア国は共通点が多い。両国とも環太平洋火山帯に位置し、プレート境界や内陸活断層で大地震が発生すること、百を超える活火山が存在しそのほとんどが人口密集地に近いこと、また、これらの自然災害の調査・研究、対策が国家の主要課題として取り組まれ、対応する国の機関が多くの省庁にまたがっていることなどである。

インドネシア国では、2004年12月にスマトラ島沖地震、2005年3月のニアス島地震、2006年5月にバントゥール県地震、同年7月のジャワ島南方沖地震、2009年9月の西スマトラ州パダン沖地震、2006年5月及び2010年10月にメラピ火山の噴火、2010年10月のムンタワイ地震・津波など地震火山活動が近年立て続けに発生しており、インドネシア国としても地震・火山・津波防災は国家の重要な施策として取り組んでいく必要がある。

そのような状況の中、インドネシア国より地震火山分野の防災対策を行うための地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）が要請され、2009年5月から3年間に亘り「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」が実施された。同プロジェクトでは、過去の地震の履歴調査、津波浸水域の予測、過去の火山噴火の履歴調査、シナブン火山やメラピ火山における火山活動の予測、また工学的見地からの津波被害の軽減、液状化ハザードマップの作成、住宅の耐震性向上に向けた提案など、地震・津波・火山災害を軽減するための総合的な研究がインドネシア国側と共同で行われた。

しかし、インドネシア国は世界有数の火山国であり、127の活火山が存在し、現在でも1年に10程度の火山が噴火している。また、インドネシア国の国土は火山噴出物とその侵食による土砂でおおわれており、火山噴火による火砕流や土石流、斜面崩壊などが同時に起こる複合土砂災害の危険性が高く、異常豪雨などの常襲地域であるインドネシア国では、噴火後に多様な土砂移動現象が発生し、しばしば甚大な土砂災害に見舞われている。さらに、火山灰の拡散も大きな問題となっており、1982年に発生したガルングン火山の噴火による火山灰はジャンボジェット機の全エンジンを停止させ、世界中の航空関係者に火山灰の脅威を知らしめる出来事となった。

以上を背景に、過去に実施された SATREPS の火山分野における研究を発展させ、火山災害と土砂災害を一連の課題として研究対象とする本プロジェクトが要請されるに至った。本プロジェクトは、「火山噴火早期警戒システム」、「統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ」、「浮遊火山灰警戒システム」を統合した「複合土砂災害対策意思決定支援システム」を構築し、これを社会実装することで、火山噴出物の放出に起因する災害の総合的な軽減を目的として提案されている。今般、先方実施機関と本プロジェクトの背景・目的の確認、プロジェクト基本計画の確認等を目的として、詳細計画策定調査が実施されることとなった。

1-2 調査の目的

本詳細計画策定調査は、要請の背景及び内容、プロジェクトの実施体制、先方負担事項等を確認し、科学技術協力としての協力計画策定を目的として実施される。調査ではインドネシア国側関係機関と

の協議に加え、プロジェクトサイトでの視察等を通して事業事前評価に必要な情報を収集・分析する。

調査の結果はインドネシア国側関連機関との合意事項として協議議事録(Minutes of Meeting: M/M)にて確認し、署名・交換を行う。

1-3 調査団の構成

| No. | 氏名 | 分野 | 所属 |
|-----|--------|------------------|----------------------|
| 1 | 宮田 克二 | 総括 | JICA 地球環境部 防災第一課長 |
| 2 | 勝間田 幸太 | 協力企画 | JICA 地球環境部 防災第一課 |
| 3 | 井口 正人 | 研究代表 / 火山災害対策 | 京都大学防災研究所火山活動研究センター |
| 4 | 藤田 正治 | 土砂災害対策 | 京都大学防災研究所流域災害研究センター |
| 5 | 皆川 泰典 | 評価分析 | 株式会社システム科学研究所 |
| 6 | 藤井 敏嗣 | プログラムオフィサー (JST) | 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) |
| 7 | 増田 勝彦 | 科学技術 (JST) | 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) |

1-4 調査日程

本調査は2013年9月8日から26日の日程で実施された。詳細なスケジュールは別添1の通り。

1-5 対処方針

本調査開始前に検討された本調査の対処方針は以下の通りである。

1-5-1 プロジェクトの要請内容

(1) プロジェクト名

火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究プロジェクト

(2) プロジェクト期間

5年間

(3) プロジェクト実施機関

<日本側>

研究代表機関：京都大学

共同研究機関：東京大学、北海道大学、東北大学、ICARM、高知大学、筑波大学など

<インドネシア側>

研究代表機関：エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター (CVGHM)

共同研究機関：ガジャマダ大学 (UGM)、気象気候地球物理庁 (BMKG)

公共事業省砂防技術センター (STC)

※必要に応じて水資源総局からの協力も求める

(4) 上位目標

科学技術的根拠に基づいて開発された複合土砂災害対策意思決定支援システムが施策に活用され、官庁の業務と地方自治体の防災対策に利用される。

(5) プロジェクト目標

火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムが統合して複合土砂災害対策意思決定支援システムとして動作し、業務官庁等に対して情報提供できる。

(6) 成果

- ① 地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。
- ② 火山灰放出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。
- ③ 土砂災害予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される。
- ④ 噴火に伴う火山灰が検知され、浮遊火山灰警戒システムが構築される。
- ⑤ 上記を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される。

(7) 活動

<成果 1 に関する活動>

1-1 火山噴火予測とリアルタイム評価のための観測システム開発

1-2 土砂災害予測のための観測システム開発

1-3 雨雲・火山灰検知のためのレーダー観測システム開発

<成果 2 に関する活動>

2-1 データベース構築に基づく火山活動推移モデルの開発

2-2 火山灰噴出率予測モデルの開発

<成果 3 に関する活動>

3-1 土砂移動現象予測のモデル化

3-2 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータの開発

<成果 4 に関する活動>

4-1 火山灰移動モデルの高度化と予測

4-2 火山灰早期警戒システムの開発

<成果 5 に関する活動>

5-1 サブシステムの統合化

5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの利活用推進

(8) プロジェクトサイト

メラピ、スメル、ケルート、ガルングン、グントールの 5 火山

1-5-2 調査方針及び留意事項

(1) プロジェクトの実施体制の確認 (M/M に記載)

プロジェクトの実施体制につき、以下の方針でインドネシア側関係機関と協議・確認を行う。なお、協議効率化のため、極力関係者が一同に会してもらおうよう働きかける。

- ① インドネシア国側責任機関：エネルギー鉱物資源省

② インドネシア国側研究代表機関：CVGHM

③ 成果ごとの主たるカウンターパート機関

成果1：CVGHM

成果2：CVGHM

成果3：UGM、STC

成果4：BMKG、CVGHM

成果5：全機関

④ プロジェクトダイレクター：要確認

⑤ プロジェクトマネージャー：CVGHM センター長 Ir. Muhamad Hendrasto 氏

⑥ その他想定される関係機関

国家防災庁（BNPB）、公共事業省研究開発庁水資源研究所（PUSAIR）、水資源総局 等

⑦ JCC メンバー

上記カウンターパート機関及び関係機関でメンバーを構成する。

(2) マスタープラン、Plan of Operation (PO)、PDM の説明・協議（M/M に添付）

プロジェクトの目標、成果、活動は概ねインドネシア国側と摺合せ済みであり、現地で大きな変更が生じることは想定されない。現状のマスタープランに基づき説明・協議を行い、現地調査中に各内容を確定して M/M に添付し確認を行う。

(3) 先方負担事項の確認（M/M に記載）

先方負担事項として以下項目についてインドネシア国側に説明し、確実な履行を申し入れる。

① JICA 専門家用の事務スペース、電気・水道・電話回線の提供、ID カードの交付等。

② JICA 専門家派遣に関する便宜供与（特権・免除条項含む。外国籍専門家の特権・免除事項も要確認）

③ C/P（相手側研究機関研究者）に係る経費（給与・日当・宿泊・調査対象地域までの交通費、インドネシア国内出張旅費等の手当て）のインドネシア国側負担。

④ 日本側専門家に応じた C/P の配置及びプロジェクトの現地活動への積極的な関与

⑤ プロジェクト終了後の供与機材の維持管理、保守費用のインドネシア国側負担

⑥ 第3国からの関係者招聘時の必要手続きの確認（必要に応じて）

⑦ 機材設置場所の用地の確保及び必要な電源、水道、ガス等の供給

⑧ その他、先方政府負担事項の確認

(4) 業務調整専門家の赴任地について（M/M に記載）

本プロジェクトのカウンターパート機関はバンドン、ジャカルタ、ジョグジャカルタの3都市にそれぞれ本部が存在するが、派遣を予定している業務調整専門家は、研究代表機関である CVGHM があるバンドンを赴任地とし、CVGHM 内にオフィススペースを確保する方針とする。

(5) 供与機材計画について（可能な範囲で M/M に記載）

本プロジェクトにて JICA 予算内で調達する予定の供与機材は以下のとおり。基本的に機材調達は JICA-京都大学間の事業契約内に含め、機材輸送を JICA が行う方針とする。

① X バンド MP レーダー（2基）

- ② 野外水理観測機器（雨量計、水位計、流速計など）
- ③ 広帯域強震計（4台程度）
- ④ 強震計（10台程度）
- ⑤ 傾斜計（4台程度）
- ⑥ GNSS
- ⑦ 無線テレメータ
- ⑧ レーザー距離計
- ⑨ IRカメラ
- ⑩ 各種サーバー
- ⑪ その他必要な資機材

(6) 研究員受入について（可能な範囲でM/Mに記載）

現段階では長期研究員（修士・博士）受入は想定されず、年に2～3人の短期研究員受入が予定されている。研究員受入について、以下の項目を確認する。

- ① 派遣人数、時期、期間
- ② 日本側受入機関
- ③ インドネシア国内での必要な手続き

(7) プロジェクトサイトについて（可能な範囲でM/Mに記載）

本プロジェクトの対象火山及び選定理由は以下のとおり。基本的に以下の5火山を対象に本プロジェクトを実施する方針とする。

① メラピ火山（中部ジャワ）

2010年10月～11月に噴火に伴い1億立方メートルを超える火山灰が放出され、現在も土石流が頻繁に発生している最重要火山。

② スメル火山（東ジャワ）

噴火活動は継続的に発生しており、数年おきに10kmにも亘り火砕流の入り混じった土石流が発生している。

③ ケルト火山（東ジャワ）

20～30年おきに噴火が発生し、火砕流発生時には土砂災害が繰り返し起こっている。

④ ガルングン火山（西ジャワ）

1982年の噴火で放出された火山灰に英国航空のB747型機が突入し、ジェットエンジンが全て停止したという事故が起こっている。

⑤ グントール火山（西ジャワ）

近年噴火は発生していないが、最近の地震活動などによれば、近いうちに噴火の危険性が高く、対策を講じる必要がある。

(8) 防災関係機関との連携について

本プロジェクトで整備する観測網により得られた各種観測データは、防災関係機関等で活用で

きる可能性がある。本プロジェクトの最終成果である複合土砂災害対策意思決定支援システムを関係機関に有効に活用してもらうために、関係機関、大学、自治体、住民などからなるコンソーシアムを立ち上げて定期的にワークショップやセミナーを開催していく方針であり、本調査ではBNPBやPU水資源総局、PUSAIRなどの関係機関と連携し、プロジェクトの成果を有効活用してもらうための体制づくりを行う方針とする。

(9) M/M 署名者

当方：調査団総括

先方：エネルギー・鉱物資源省、CVGHM、UGM、STC、BMKGの責任者

第2章 インドネシアにおける防災・火山災害の現状と課題

2-1 防災対策における政策・枠組み

インドネシア国政府は、近年の災害を契機に災害対応能力のさらなる向上のために2007年に防災法24号を制定し、2008年の国家防災庁（BNPB）設立等の防災体制の強化に取り組んでいる。これらの体制強化は、2005年に設置された「日本・インドネシア防災に関する共同委員会」がとりまとめた提言を踏まえたものである。インドネシア国政府の防災対策に係る国家計画等について、以下に概観する。

- 国家中期開発計画 2010-2014

インドネシア国における国家の諸政策は、国家中期開発計画（RPJMN）2010-2014に基づいて実施される。同計画では、11の優先開発課題のひとつとして「環境及び災害管理」が挙げられており、政府機関の防災対策能力強化に取り組んでいる。

- 国家防災計画 2010-2014⁷

国家防災計画は、2010年1月に策定された5カ年計画であり、防災法に続き国家の防災基本方針を明記した最高位に位置する重要な計画である。5カ年と明記しているのは、改定頻度を担保する目的であり、5カ年で実施する活動に限定して記載するものではない。計画の目的は、1) 災害種別による災害リスクの把握とリスク軽減の為の対策の優先度の設定及びこれらリスクによる被害の減災方策、プログラムを策定すること、2) 災害管理を計画的、統合的、組織的及び、包括的に実施するため、防災関連省庁、非政府団体、企業及び全ての関係者にガイダンスを提供すること、3) 地方政府が災害管理を計画的、統合的、組織的及び、包括的に実施できるためのガイダンスを提供することとされており、災害管理活動・プログラムをインドネシア国全ての政府組織がそれぞれ戦略計画において主流化するための根拠文書となっている。

- 「日本・インドネシア防災に関する共同委員会」報告書

2004年12月26日のスマトラ島沖地震及びインド洋津波によりインドネシア国が多大な被害を受けたことを受け、日本、インドネシア国の2国間で設置した「防災に関する共同委員会」の報告書（2006年7月）では、「インドネシアに於ける次世代のための災害に強い国・地域づくりに向けた（副題）」対策と提言がまとめられている。特に、火山・土砂災害に関しては、「6-1 主要な要素の確立」の中で「(3) 洪水、土砂災害、火山噴火などその他自然災害への対応」として記述されている。

2-2 火山災害の発生状況

インドネシア国周辺にはプレートの境界があり、多くの火山島が存在し、その割合は世界の火山のうちの約13%を占める。1815年のタンボラ火山の噴火では92,000人が犠牲となり、1883年にはスダマラ海峡クラカタウの噴火に伴う山体崩壊による津波で36,600人が犠牲となった。メラピ、スメル、ソプタン、カラングタン、イブ、タラン、バトゥール、ロコン火山においても、潜在的な火山活動が

⁷ JICA、「インドネシア共和国国家防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト詳細計画策定調査」、2011年3月

観測されており、特にジョグジャカルタのメラピ火山は、1994年、1997年、1998年、2001年、2006年、2010年と短周期で噴火している⁸。

火山災害を扱う中心的機関である火山地質災害軽減センター（CVGHM）によると、インドネシア国で過去10年間に発生した火山噴火を示したものが表2-1である。このうちのいくつかの火山は近年活動が強まっており、火山噴火は増加傾向にあることから、火山災害の軽減のために取り組むべき優先課題は、噴火に関する早期警報システムの確立であるとしている。これまでも、各火山に複合パラメータ装置による観測地点の設置、火山ハザードマップの作成、現地の地方政府、関係機関との連絡体制整備及び理解促進に取り組んでいる。

表 2-1 インドネシア国において最近 10 年間に発生した火山噴火

| Year | Name of volcano | Remarks |
|------|-----------------|----------------------|
| 2003 | Lokon | 3,000 (evacuation) |
| | Dukono | - |
| | Semeru | 3,000 (evacuation) |
| | Ruang | 5,000 (evacuation) |
| | Awu | 25,000 (evacuation) |
| 2004 | Rinjani | - |
| | Bromo | 2 (casualties) |
| | Egon | - |
| 2005 | Talang | 25,000 (evacuation) |
| | Marapi | - |
| 2006 | Karagetang | 500 (evacuation) |
| | Dempo | - |
| | Merapi | - |
| 2007 | Kelud | 35,000 (evacuation) |
| | Krakatau | - |
| | Gamkonora | 10,000 (evacuation) |
| | Batutara | - |
| | Soputan | - |
| 2008 | Kerinci | - |
| | Soputan | - |
| | Karagetang | - |
| | Dukono | - |
| | Kerinci | - |
| | Krakatau | - |
| 2009 | Egon | - |
| | Karagetang | 452 (evacuation) |
| | Krakatau | - |
| | Rinjani | - |
| 2010 | Dempo | - |
| | Merapi | 400,000 (evacuation) |
| | Sinabung | 30,000 (evacuation) |
| | Karagetang | 452 (evacuation) |
| | Soputan | - |
| | Bromo | - |
| 2011 | Krakatau | - |
| | Lokon | 6,000 (evacuation) |
| | Gamalama | 3,490 (evacuation), |

⁸ JICA, 日本工営株式会社等、「アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査 ファイナル・レポート 国別調査報告書：インドネシア」、2012年12月

| | | |
|------|-------------------------|--|
| | Karangatang Krakatau | 452 (evacuation) |
| 2012 | Lokon Lewotolok | - - |
| 2013 | Lokon Rokatenda | - 3,100 (evacuation), 5 (casualties) |

(出典) CVGHM

2-3 火山災害に関する政策・計画及び関連機関等

2-3-1 火山災害軽減に関する国家政策・計画

CVGHM は、火山災害軽減に関する国家政策・計画として以下の点をあげている。

- ・ 現行の火山観測ポストの役割を向上、最適化し、統合された火山観測ポストシステムを構築し、遠隔地における火山噴火時の早期対応を促進させる。
- ・ 火山活動、地すべり、地震に関する観測技術・装置を最新技術を用いて独自に開発する。
- ・ 地質学的災害分野のデータ・情報提供を改善するために、データ・情報提供の最適技術、手法の進歩に遅れないようにする。
- ・ 地すべり、地震ハザードを軽減するために、人口高密度地域、重要なインフラ、危険性が高まっている戦略的な地域に焦点を当てる。
- ・ 地質学的ハザードの軽減において住民、地方政府が自主的対応をとれるように、火山噴火、地すべり、地震、津波に対する災害管理・軽減を目指したソーシャリゼーション（住民等への説明）を質的及び量的に増やす。
- ・ 地方自治法（1999 年第 22 号）の地方自治を実現するために、コミュニティ及び地方政府の活動を含めた地質学的災害管理システムを構築する。
- ・ 火山噴火、地すべり、地震、津波の災害管理において国家防災庁と地方防災庁（BNPB-BPBD）及び地方の関係機関との調整を向上させる。
- ・ 業務の効率化、有効化を目指し、人材育成、組織強化に取り組む。

2-3-2 火山活動情報の伝達

インドネシア国における火山活動の活発化に伴う情報伝達システムを、図 2-1 に示す。

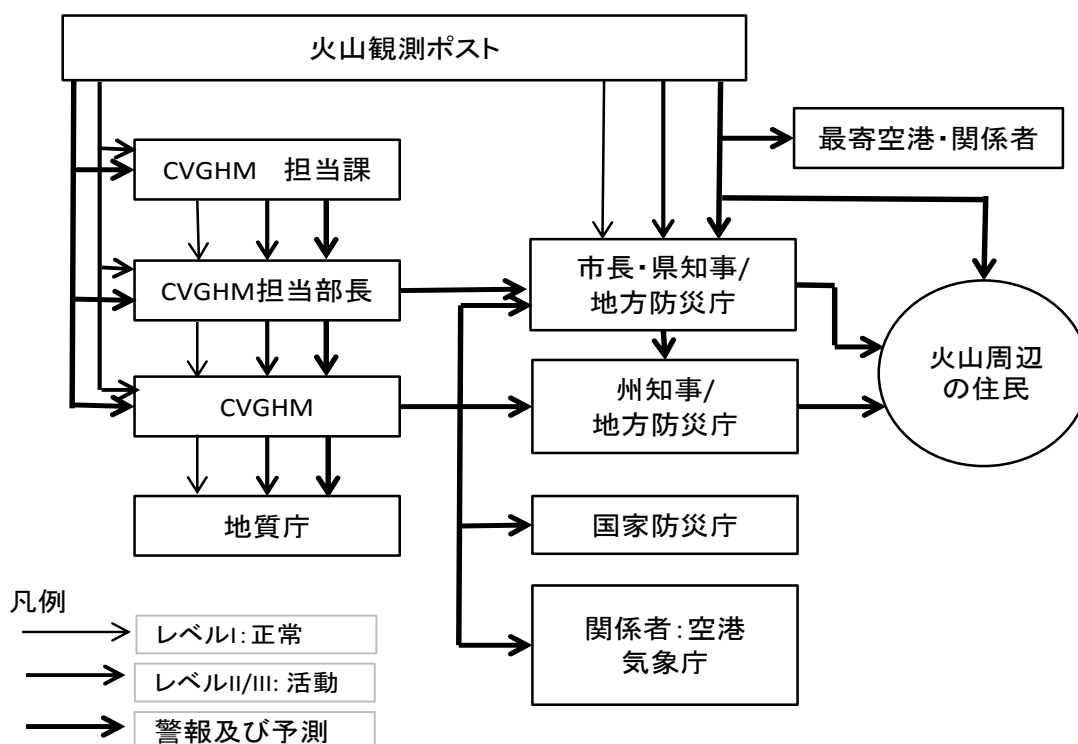


図 2-1 インドネシア国における火山活動情報の伝達システム

2-3-3 火山災害の関係機関の概要

ここでは、本プロジェクトの主要カウンターパートになる4機関、CVGHM、公共事業省水資源研究所砂防技術センター（STC）、気象気候地球物理庁（BMKG）、ガジャマダ大学（UGM）を中心に、その概要を説明する。

(1) CVGHM

CVGHM は、エネルギー・鉱物資源省地質庁の下にあり、インドネシア国における火山災害を扱う中心的機関である。その概要は以下の通りである。

① ミッション

火山活動を常時観測し、火山、地すべり、地震、津波に関するインベントリー、調査・研究、ハザードマップ等を作成する。

② 主要業務

- ・ 火山及び地質学的ハザードの軽減に関する調査・研究を実施する。
- ・ 火山活動及び地すべりに関する早期警報を発する。
- ・ 地質学的に危険な地域で生活する住民、地方政府に地質学的な危険性の知識を広める。
- ・ 土地利用計画や地質学的災害軽減及び教育のために、地質学的ハザードマップを作成する。
- ・ 地質学的ハザードに関するリスクマップを作成する。
- ・ 地質学的ハザード削減のための技術的提言を地方政府に対して行う。
- ・ 火山、地質学的ハザードに関する調査・研究活動を評価する。

③ 組織図

図 2-2 は、CVGHM の組織図である。CVGHM は、火山観測・調査部、地震・地すべり軽減部、潜在的危険性評価部、火山技術研究センター (BPPTK) 及び総務部の 5 部門より構成されている。

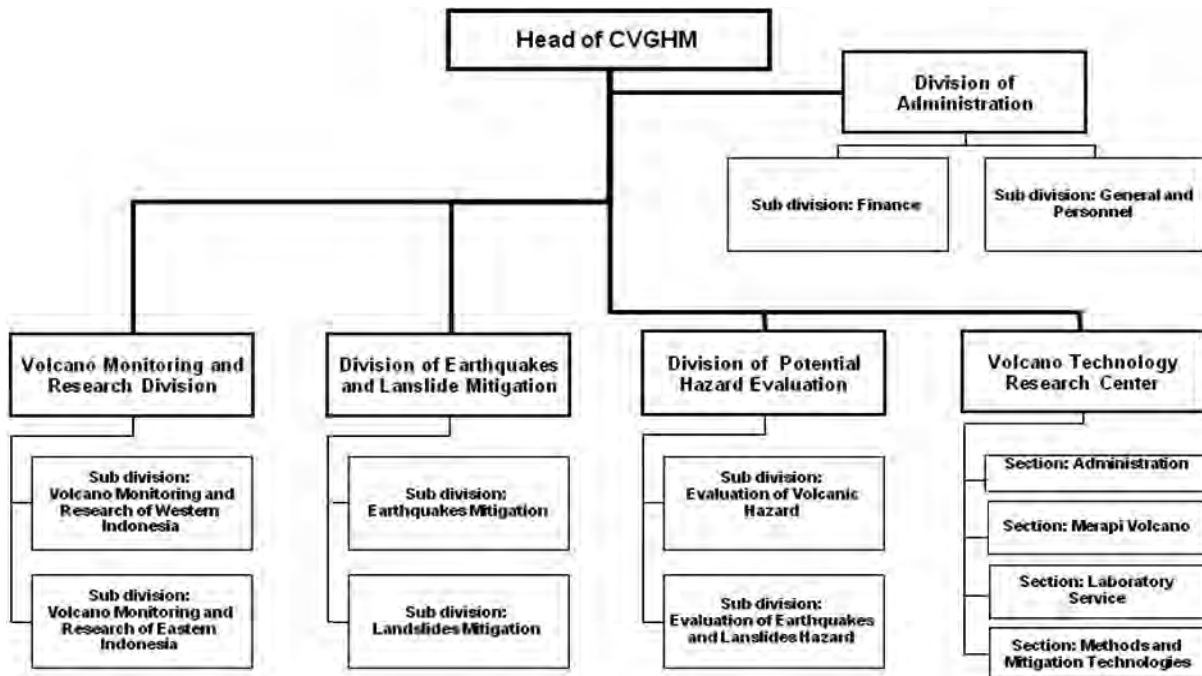


図 2-2 CVGHM の組織図

(出典) CVGHM

④ 職員数

表 2-2 は、CVGHM の職員数、研究者数を示したものである。

表 2-2 CVGHM の職員数

| | 部門名 | 職員数 (人) | 備考 |
|---|------------|---------|--|
| 1 | 総務部 | 60 | |
| 2 | 地震・地すべり軽減部 | 37 | Researcher 2 Earth Scientist 8 |
| 3 | 火山観測・調査部 | 209 | Researcher 2 Earth Scientist 12 火山観測 167 |
| 4 | 潜在的危険性評価部 | 32 | Earth Scientist 3 |
| 5 | 火山技術研究センター | 48 | Earth Scientist 4 |

(出典) CVGHM

(2) 公共事業省水資源研究所砂防技術センター (STC)

STC は、砂防分野の研究・開発を実施する機関として公共事業省水資源研究所の中にある 8 つの研究室 (Experimental Station) のひとつに位置付けられている (同水資源研究所の他の研究室は、水文学及び水管理、水力構造・地質工学、灌漑、河川、湿地、沿岸)。その概要を、以下に示す。

① ミッション

- ・ 砂防技術及び土砂関連災害対策分野の研究開発を量的、質的に改善する。
- ・ STC をインドネシア国における砂防技術及び土砂関連災害対策のための情報センターにする。
- ・ 砂防技術及び土砂関連災害対策分野の調査研究結果の普及と実践を促進させる。
- ・ インドネシア国における砂防技術及び土砂関連災害対策分野人材能力を向上させるために、教育・研修活動を実施する。
- ・ インドネシア国における土砂関連災害の危険地域における砂防担当部局への技術支援を向上させる。
- ・ 砂防技術及び土砂関連災害対策分野の関連機関との（研究）協力関係を強化する。

② 組織図

図 2-3 は、STC の組織図である。

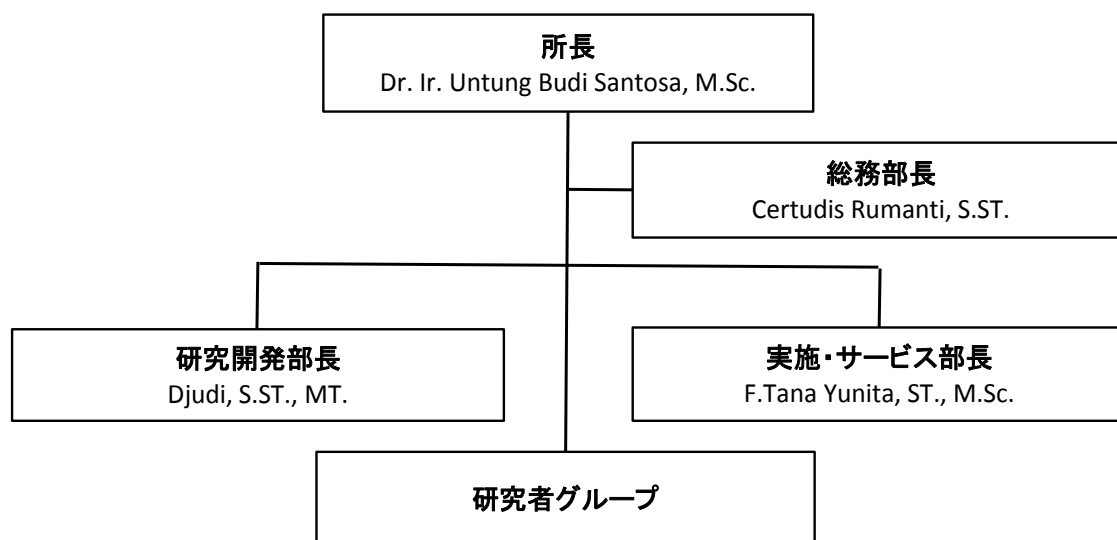


図 2-3 STC の組織図

(出典) STC

③ 職員数

STC には、現在 64 名の職員がおり、うち、リサーチャーは 12 名（うち、3 名は修士号取得のため長期研修中）、リサーチャー候補は 5 名となっている。

④ 研究活動

表 2-3 は、最近 5 年間に STC が取り組んだ研究活動を示している。予算額は、減少傾向にある。

表 2-3 最近 5 年間の STC の研究活動状況

| 年 | 研究テーマ数 | 予算（百万ルピア） |
|------|--------|-----------|
| 2009 | 5 | 4,654 |
| 2010 | 6 | 3,075 |
| 2011 | 6 | 2,477 |
| 2012 | 9 | 2,623 |
| 2013 | 5 | 1,429 |

(出典) STC

STC での研究活動では、以下の成果が得られている。

- ・ 砂防ダムの維持管理に関する技術ガイドライン
- ・ 火山地域における堆積物フロー予測と早期警報システム導入のための技術ガイドライン
- ・ flash flood 危険地域における予測・早期警報システム及びハザードマッピングのための技術ガイドライン

また、災害地域の地方政府及び砂防担当機関向けに技術的助言を実施しており、これまでにバワカラエン、西スマトラ州パダン、北マルク州テルナテのトグララ川、西ジャワ州チパマンギス川での実績がある。

(3) 気象気候地球物理庁 (BMKG)

BMKG は、2009 年 7 月に Climatology 部門を新設し、気候変動対策に取り組み始めている。JICA が現在実施中の技術協力プロジェクト「気候変動対策能力強化プロジェクト；サブプロジェクト 2：脆弱性評価」(2010 年 10 月～2015 年 10 月)において、そのカウンターパートが同 Climatology 部門の下にある気候変動・大気質センター (Center for Climate Change and Air Quality) である。また、同センターは、本プロジェクトの成果 4 の浮遊火山灰早期警戒システムの構築に関するカウンターパートにもなっている。

① ミッション

BMKG のミッションは、以下の通りである。

- ・ BMKG が定期的に収集するデータを用いて、気象、気候、大気質及び地球物理に関する現象について観測・理解する。
- ・ 気象、気候、大気質及び地球物理に関するデータ、情報を、ユーザニーズに応じて、高精度かつタイムリーに提供する。
- ・ 気象、気候、大気質及び地球物理に関する活動を調整、促進する。
- ・ 気象、気候、大気質及び地球物理に関する国際的活動について、積極的に参加する。

② 組織図

図 2-4 は、BMKG の全体組織図であり、本プロジェクトのカウンターパートになる Center for Climate Change and Air Quality の位置づけを示している。図 2-5 は、同センターの詳細組織図である。同センター長は Dr. Edvim Aldrian は、上述の技プロ「気候変動対策能力向上プロジェクト；脆弱性評価サブプロジェクト」のプロジェクト・ディレクターでもあり、JICA の技プロの実施方法を十分に理解している。

③ 職員数

気候変動・大気質センターの職員数は、全体で約 100 名であり、3 部門より構成される。各部門は 25-35 名、各部門の下にあるセクションごとには 10 名前後の職員が配置されている。

④ その他

火山灰情報の提供については、BMKG、CVGHM 及び運輸省航空総局 (DG of Civil Aviation; DGCA) の 3 者間で MoU が締結されている。CVGHM は、火山活動情報、火山灰情報、気象デー

タ（風速、風向）を提供し、BMKG はそれらの情報を基に火山活動報告を作成して DGCA に提出し、DGCA はそれらのデータ・情報を基に、各航空会社のオペレータ、空港等へ情報を提供することになっている。これらの機能は各機関の本部に web システムとして導入されている。

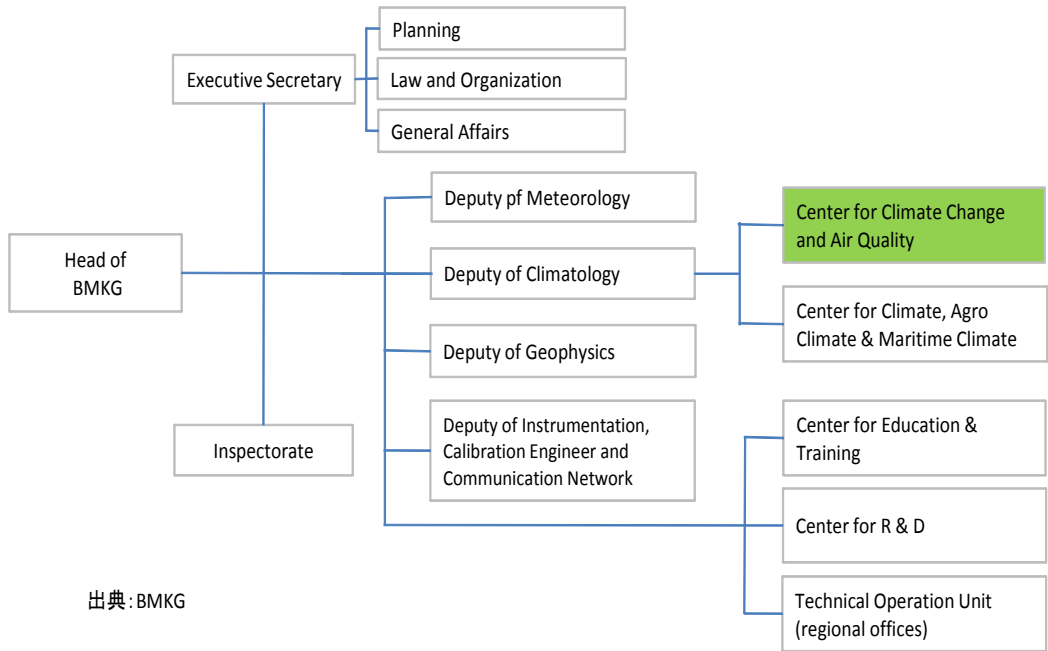


図 2-4 BMKG の組織図（全体）

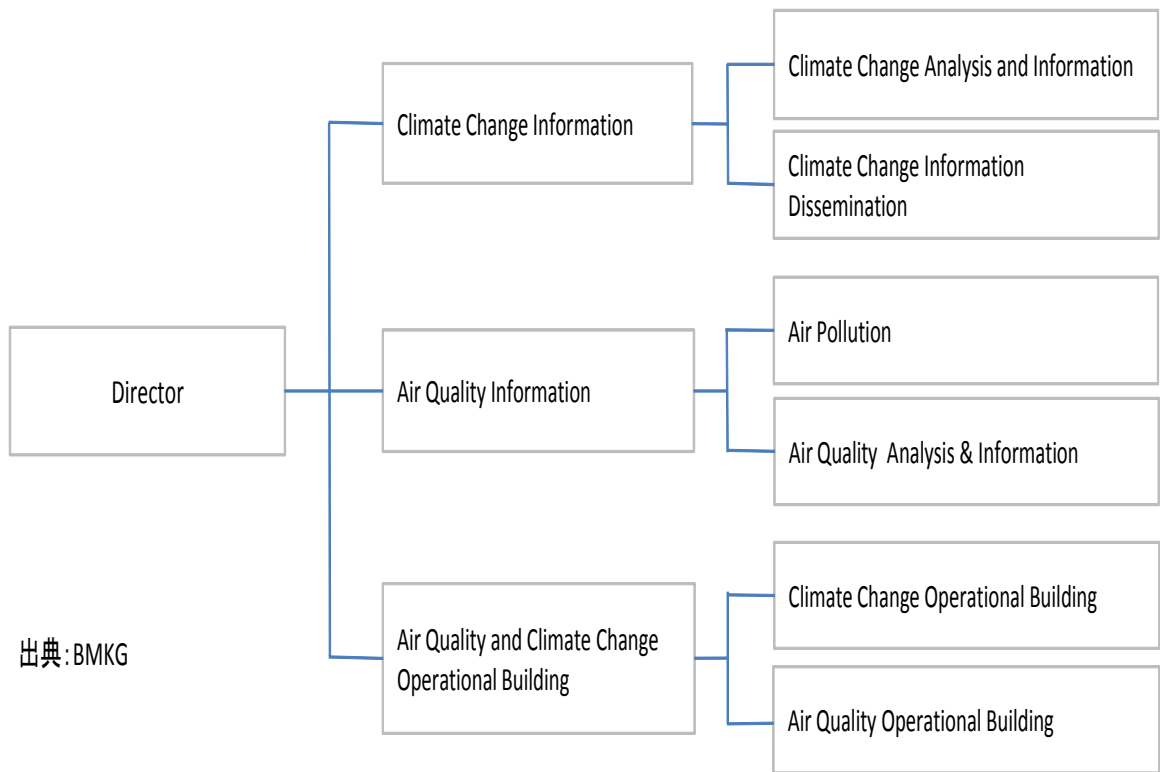


図 2-5 BMKG の気候変動・大気質センターの組織図

(4) ガジャマダ大学 (Universitas Gadjah Mada)

ガジャマダ大学からは、土木環境工学部門 (Civil and Environmental Engineering Department) が参加する。同学科は、交通 (大学のホームページに紹介されている教授、助教授、講師等の研究者 15 名)、構造 (同 19 名)、地震工学 (同 5 名)、水理学 (同 20 名) 分野の専門家からなっている。

同大学はメラピ山の麓に位置するジョグジャカルタ市にあり、これまでも、同市内にある STC 及び CVGHM の火山技術研究センター (BPPTK) と共同研究等を実施している。

2-4 火山災害対策における課題

火山災害は複合性のきわめて高い自然災害である。他の自然災害であれば物質の移動がその主たる原因であるが、火山噴火は地下にあったマグマが地表に噴出される現象であるので、地表に新たな物質が急激に加わり、さらに移動することにその複雑さがある。問題点は以下のようにまとめられる。

- 1 つ目は人的被害を防止するために火砕流等の直接的な噴出物を避難行動によって回避する際に生じる問題である。火山噴火は開始時点で小規模なものであっても、その後、異なる噴火様式へ移行したり、噴火規模が爆発的に増大したりすることはよくあることであり、すみやかに避難区域の拡大などにより防災対応を拡充・高度化させなければならないが、噴火活動の発展過程はいまだに解明されていない。
- 噴出物の多様性の問題が挙げられ、山体に堆積する噴出物は火山灰、火砕流、溶岩流などであり、それぞれその流動のメカニズムが異なる。さらに崩壊により生じた堆積物やそれによる河床変動が土砂流動を複雑にする。個々の形態の噴出物の移動について予測できても、複合的な土砂移動形態についての研究が進んでいないのが現状である。
- 噴火発生後の土砂移動は降雨によって引き起こされることが多いが、2010 年のメラピ火山噴火の後には雨期に入り、頻繁に泥流が発生した。世界的に気候変動が進んだ結果、異常な降雨によりこれまでの経験を超えた土砂災害の危険性が高まっている。
- 火山災害対策の分担についての課題として、火山噴火の予知をもとに避難を行うための警報を発する部署と、その後の噴出物が移動 (浮遊、流出) することへの対策部署が異なることが挙げられる。インドネシアにおいては火山噴火の警報レベルを発表するのはエネルギー・鉱物資源省の地質庁であるが、噴出物、特にラハールへの対策は公共事業省が行っており、さらに火山灰の大気中の拡散の問題は気象気候地球物理学庁にその判断がゆだねられている。他の自然災害でも同じことであるが、火山災害の規模は、その原因となる噴火の規模に大きく依存するので、省庁間の連携があったとしても縦割りの対策はその迅速性と効率性に欠ける。

2-5 JICA 及び日本によるその他の援助

2-5-1 我が国の対インドネシア国援助政策

我が国の「対インドネシア共和国 国別援助方針」(平成 24 年 4 月)によれば、重点分野として「(1) 更なる経済成長への支援」、「(2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」、「(3) アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援」の 3 つが示されている。このうちの「(2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」の中で、「国内格差を是正し、均衡のとれた発展と安全な社会の

構築に寄与するため」防災・災害対策支援等を行うとしている。また、別添の事業展開計画において、「開発課題 2-2 防災・緊急事態対策」として「防災能力向上プログラム」が示されており、防災対策支援は対イ国別援助政策の重要な要素と位置付けられている。

また、2004年12月26日のスマトラ島沖地震及びインド洋津波によりインドネシア国が多大な被害を受けたことを受け、日本、インドネシア国の2国間で設置した「防災に関する共同委員会」の報告書によれば（2006年7月）、「6-1 主要な要素の確立」に「(3) 洪水、土砂災害、火山噴火などその他自然災害への対応」が示されており、この点からも、本プロジェクトの方向性は我が国の援助方針と合致している。

2-5-2 SATREPS 案件の位置づけ

昨今、我が国の科学技術を活用した地球規模課題に関する国際協力への期待が高まるとともに、日本国内でも科学技術に関する外交の強化や科学技術協力における ODA 活用の必要性・重要性が謳われてきた。内閣府総合科学技術会議が取りまとめた「科学技術外交の強化に向けて」（2007年4月、2008年5月）や、2007年6月に閣議決定された「イノベーション 25」において途上国との科学技術協力を強化する方針が打ち出されている。そのようななかで環境・エネルギー、防災及び感染症をはじめとする地球規模課題に対し、我が国の科学技術力を活用して開発途上国と共同で技術の開発・応用や新しい知見を獲得することを通じて、我が国の科学技術力向上とともに途上国側の研究能力向上を図ることをめざす、「地球規模課題に対応する科学技術協力」事業が 2008 年度に創設された。本案件はこの一つとして採択されていることから、我が国政府の援助方針・科学技術政策に合致していると言える。

2-5-3 我が国のその他の援助

JICA はこれまでに、防災分野における支援を多く実施してきている。JICA による支援は、予防（被害抑止・軽減）対策に重点を置いた支援、応急対応時の迅速かつ的確な対応による人道支援及び、災害復旧・復興支援に大別される。予防（被害抑止・軽減）対策では、専門家派遣、開発調査、技術協力プロジェクト等による防災計画等の立案、住宅建築耐震性向上のための技術協力プロジェクト、河川改修計画等の立案・実施、砂防技術協力プロジェクト、インドネシア国政府職員等研修員の受入れ等を実施している。人道支援では、災害発生時の国際緊急援助隊（JDR）の派遣や支援物資の供与に代表される応急対応支援を実施している。災害復興支援では、アチェ、ジョグジャカルタ、西スマトラでの災害復興支援として、住宅再建支援、学校再建支援等を実施している。⁹

近年では、特に構造物対策、非構造物対策のバランスを考慮した支援を中心に実施しており、災害管理及び被害軽減対策では以下のようなプロジェクトが JICA によって実施され、インドネシア側の減災に向けた活動に大きく寄与している。¹⁰

- 1) 自然災害管理計画調査（総合防災対策、2007年～2009年）
- 2) インドネシアにおける地震・火山の総合防災策（科学技術協力、2009年～2013年）

⁹ JICA、「インドネシア共和国国家防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト詳細計画策定調査」、2011年3月

¹⁰ JICA、「インドネシア共和国国家防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト詳細計画策定調査」（2011年3月）のリストに4), 12), 13)を追加

- 3) 建築物耐震性向上のための建築行政執行能力向上プロジェクト・フェーズ I (耐震性向上、2007 年～2011 年)
- 4) 同プロジェクト・フェーズ II (耐震性向上、2011 年～2014 年)
- 5) 総合的なバンジール・パンダン対策 (土砂災害対策、2008 年～2011 年)
- 6) メダン洪水防御事業 (都市洪水対策、2007 年～2009 年)
- 7) ジャカルタ水害軽減組織強化プロジェクト (都市洪水対策、2006 年～2010 年)
- 8) 津波早期警戒能力向上プロジェクト (津波対策、2007 年～2009 年)
- 9) バンジール・パンダン災害対策プロジェクト (土石流対策、2008 年～2011 年)
- 10) ソロ川下流域河川改修事業 (円借款、都市洪水対策、2007 年～2015 年)
- 11) メラピ山プロゴ川流域及びバラカワエン山緊急防災事業 (円借款、砂防施設建設、2007 年～2015 年) 等
- 12) 国家防災庁及び地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト (組織強化、2011 年～2015 年)
- 13) ジャワ島中部メラピ火山周辺村落のコミュニティ防災力向上 (草の根技協：コミュニティ防災、2012-2016)

これらの事業のうち、上記の 2)については、本プロジェクトの前身となる SATREPS 案件であり、同プロジェクトで設置した観測機器は現在でも利用されている等、インドネシア国側関係者もその成果を高く評価している。火山災害の観点では、前回は噴火の早期警報システムの開発が主な目的だったが、本プロジェクトでは火山災害と土砂災害を一連の課題として扱い、火山災害、土砂災害の観測・予測データに基づく複合土砂災害対策意思決定支援システムの開発を目的としている。さらに、同システムを社会実装することで火山・土砂災害による被害軽減に資すると考えられるため、上記の 12)、13)の事業との連携も期待される。

2-6 他ドナーの動向

インドネシア国において、防災分野に関与しているドナーは、AusAID、UNDP、世界銀行などがあるが、特に火山災害あるいは土砂災害分野を対象にしたものとしては、ドイツ BGR が実施する”Mitigation of Georisk”と、フランスが実施している”DOMERAPI”が挙げられる。

2-6-1 Mitigation of Georisk

表 2-4 はドイツ BGR が実施している「Mitigation of Georisk」プロジェクトの概要を示したものである。調査団の井口教授及び藤田教授によれば、ドイツのプロジェクトは地質/地震災害を対象としているが、本プロジェクトでは火山災害、土砂災害を対象とすることから、対象が異なる。

表 2-4 BGR のプロジェクト : Mitigation of Georisk

| | |
|-------------|--|
| タイトル | Mitigation of Georisk |
| ドイツ側実施機関 | ドイツの BGR (The federal Institute for Geosciences and Natural Resources) |
| インドネシア側実施機関 | Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources |
| 実施期間 | 2011 年 7 月 - 2014 年 6 月 (2006 年より開始され、2011 年に 3 年間延長) |
| プロジェクト目的等 | 災害リスク管理を管掌する公的機関及び地方政府の住民に対する地質学的リスク軽減に関する公共サービス提供能力の強化； |

| | |
|------|---|
| | 1) 地すべり災害の評価、地震に関するマイクロゾーニング、リスク評価・地質学的視点をもつ都市計画の分野での地質学分野の能力強化 2) 都市計画の計画・意思決定過程に地質学的リスクを含めるための国家・地方レベルの都市計画担当者への助言 3) 地質学的リスク軽減に関連する標準、ガイドラインの作成・改善への支援 |
| 対象地域 | ロンボク島、アチェ州、フリーレス島エンデ県、スマラン市 |

出典： <http://georisk-project.org/home>

2-6-2 DOMERAPI

表 2-5 は、フランスのプロジェクト DOMERAPI の概要を示したものである。調査団の井口教授によれば、インドネシア側のカウンターパート機関、実施時期等が類似しているものの、DOMERAPI は純粋な研究を目的としたものであるのに対し、本プロジェクトは最終成果の社会実装を目指すものであり、プロジェクトの目的が異なっている。さらに、対象火山として DOMERAPI はメラピ山のみが対象なのに対し、本プロジェクトはメラピ山を含めた5つの火山を対象とするものである。

表 2-5 フランスのプロジェクト：DOMERAPI

| | |
|-------------|---|
| タイトル | DOMERAPI (Dynamics of an arc volcano with extruding lava domes, Merapi (Indonesia): from the magma reservoirs to eruptive processes) |
| 仏側実施期間 | 仏、米、独、インドネシア (CVGHM 等) の研究者チーム 資金提供； french Agence nationale de la recherche |
| インドネシア側実施機関 | CVGHM |
| 実施期間 | 2013 年 1 月～2016 年 12 月 (4 年間) |
| プロジェクト目的等 | 地球物理学、地球化学、物理火山学をメラピ山の行動の決定モデルに統合する、学際的な研究を目指す。 タスク 1：研究の全体調整、タスク 2：マグマの origin とマグマだまりの条件、タスク 3：コンジット (conduit) プロセスとマグマ流出移動の連結、タスク 4：ドームの上昇と不安定化、タスク 5：成果の統合 |
| 対象火山 | メラピ山 |

出典： <https://sites.google.com/site/domerapi2/>

第3章 プロジェクトの実施内容

3-1 プロジェクト概要

3-1-1 事業目的

本プロジェクトは、インドネシア国内の5火山（メラピ、スメル、ケルト、ガルングン、グントール）を対象にして、「火山噴火早期警戒システム」、「統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ」、「浮遊火山灰警戒システム」を統合した「複合土砂災害対策意思決定支援システム」を構築し、これが防災関係機関に活用される状態にすることで、火山噴出物の放出に起因する災害の総合的な軽減を目指すものである。

3-1-2 プロジェクトサイト

本プロジェクトの対象火山及び選定理由は以下の通りである。

① メラピ火山（中部ジャワ）

2010年10月～11月の噴火に伴い1億立方メートルを超える火山灰が放出され、現在も土石流が頻繁に発生している最重要火山。

② スメル火山（東ジャワ）

噴火活動は継続的に発生しており、数年おきに10kmの距離に達する火砕流や土石流が発生している。

③ ケルト火山（東ジャワ）

20～30年おきに噴火が発生し、規模の大きい噴火発生時には土砂災害が繰り返し起こっている。

④ ガルングン火山（西ジャワ）

1982年の噴火で放出された噴煙に英国航空のB747型機が突入し、ジェットエンジンが全て停止したという事故が起こっている。その後も泥流発生が続いている。

⑤ グントール火山（西ジャワ）

170年噴火は発生していないが、地震活動は高く、近いうちに噴火の危険性が高い。人口密集地域であり、噴火が発生すれば、その被害は甚大であり、静穏期火山における防災啓発活動の最重点地域である。

3-1-3 本プロジェクトの受益者（ターゲットグループ）

CVGHM (326)、STC (64)、BMKG 気候変動・大気質センター (100)、UGM 土木環境工学部 (59) の研究者・職員約550名

必要に応じて、国家防災庁 (BNPB)、地方防災局 (BPBD) 等の担当者、公共事業省水資源研究所 (PUSAIR) の研究者等が参加する可能性あり。

3-1-4 事業スケジュール（協力期間）

2014年4月～2019年3月を予定（計60か月）

3-1-5 総事業費（日本側）

3.00億円（予定）

3-1-6 実施機関

<日本側>

研究代表機関： 京都大学

共同研究機関： 東京大学、北海道大学、東北大学、ICHARM、高知大学、筑波大学、神戸大学、
三重大学、立命館大学

<インドネシア国側>

研究代表機関： CVGHM

共同研究機関： UGM、BMKG、STC

3-1-7 投入（インプット）

1) 日本側

- ① 専門家：長期専門家1名（業務調整）、短期専門家約25名（火山・水文・環境科学等）
- ② 本邦研修：日本での研修（短期研究員受入）2～3名/年を予定
- ③ 供与機材：
 - ・ XバンドMPレーダー（2基）
 - ・ 野外水理観測機器（雨量計、水位計、流速計など）
 - ・ 広帯域強震計（4台程度）
 - ・ 強震計（10台程度）
 - ・ 傾斜計（4台程度）
 - ・ GNSS
 - ・ 無線テレメータ
 - ・ レーザー距離計
 - ・ IRカメラ
 - ・ 各種サーバー等

2) インドネシア国側

- ① カウンターパート：総括責任者、実施責任者を含めた研究者約60名
- ② 業務調整員の事務所スペース等

3-1-8 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類 C
- ② カテゴリ分類の根拠

本プロジェクトは、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2) ジェンダー・平等推進／平和構築・貧困削減

ジェンダー・貧困等の配慮を要する特別の負の影響は予測されない。

3) その他

特になし

3-1-9 関連する援助活動

(1) 我が国の援助活動

JICA は土砂災害への対応として、円借款「メラピ山・プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」において砂防ダム建設等のハード面での協力を実施しており、また技術協力プロジェクト「バンジール・バンドン災害対策プロジェクト」（2008-2012）では、インドネシア防災関連機関を対象にバンジール・バンドン にかかる対応能力の強化支援を行っている。本プロジェクトでは研究協力としてメラピ山等の火山を対象に、観測から解析、予警報、避難のための意思決定を支援する複合土砂災害対策意思決定支援システムを構築するものである。

(2) 他ドナー等の援助活動

フランス政府が資金提供する DOMERAPI というメラピ山を対象にした火山噴火研究プロジェクトが 2013 年 1 月から 4 年間実施されるが、DOMERAPI は対象がメラピ山のみでありかつ純粋に研究ベースでの活動である。一方、本プロジェクトは 5 火山をターゲットとしており、また、研究成果の社会実装を目指すものであり、目的が異なる。DOMERAPI と CVGHM 及び京都大学の間では、メラピ山に関する観測データの共有で合意している。

3-2 協力の枠組み

3-2-1 協力内容

(1) 上位目標

科学技術的根拠に基づいて開発された本システムが施策に活用され、官庁の業務と地方自治体の防災対策に利用される。

【指標】プロジェクト開始後に設定

(2) プロジェクト目標

火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムを統合した複合土砂災害意思決定支援システム（SSDM）が構築され、防災関係機関や自治体などの関係機関が活用できる状態にある。

【指標】プロジェクト開始後に設定

(3) 成果及び活動

成果 1：地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる、土砂災害を誘発

する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。

【指標】

- 1-1 地震計、傾斜計及びGNSSによる火山観測が行われ、火山活動の早期警報システム及び火山噴出物のリアルタイム噴出率予測にデータが利用できる状態にある。
- 1-2 統合GIS複合土砂災害シミュレータのパラメータとして、出水率や土砂の移動量がリアルタイムで観測できる。
- 1-3 降雨量と火山灰の拡散範囲がXバンドMPレーダーによってリアルタイムかつ時空間的に高解像度に把握できる。

【活動】

- 1-1 火山噴火予測とリアルタイム評価のための観測システム開発
- 1-2 土砂災害予測のための観測システム開発
- 1-3 雨雲・火山灰検知のためのレーダー観測システム開発

成果2：火山灰噴出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。

【指標】

- 2-1 火山活動推移モデルにおいて対象5火山の現在の火山活動の長期的位置づけが明らかになる。
- 2-2 火山噴出物放出率が火山活動推移モデルから予測でき、噴火開始後はリアルタイムで火山活動が評価できる。

【活動】

- 2-1 データベース構築に基づく火山活動推移モデルの開発
- 2-2 火山灰噴出率予測モデルの開発

成果3：土砂移動現象予測のための統合GIS複合土砂災害シミュレータが構築される。

【指標】

- 3-1 火砕流、溶岩流、降下火山灰や降雨によって引き起こされるラハール、地形変動、河床変動など様々な土砂災害をシミュレーションするための各シミュレーション・エンジンが開発される。
- 3-2 各シミュレーション・エンジンが統合GIS複合土砂災害シミュレータとして統合され、複合土砂災害のシミュレーションが可能となる。

【活動】

- 3-1 土砂移動現象予測のモデル化
- 3-2 統合GIS複合土砂災害シミュレータの開発

成果4：火山灰の移動・拡散現象の検知・シミュレーションに基づき浮遊火山灰警戒システムが構築される。

【指標】

- 4-1 火山灰の粒子密度の時空間分布がシミュレーション・エンジンによって予測される。
- 4-2 航空機の安全運航のための火山灰粒子密度の警戒レベルの閾値が提案され、火山灰粒子

密度と警戒範囲をリアルタイムで表示する浮遊火山灰警戒システムが構築される。

【活動】

- 4-1 火山灰拡散モデルの高度化
- 4-2 火山灰早期警戒システムの開発

成果 5：成果 1～5 を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される。

【指標】

- 5-1 複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築され、防災対策に活用できる。
- 5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの活用を促進するためのコンソーシアムが設立され、同システムが火山活動の段階に応じた住民への防災教育や災害軽減に活用される。

【活動】

- 5-1 成果 1 から 4 で構築されたサブシステムの統合化
- 5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの利活用推進

3-2-2 実施体制

(1) カウンターパートの体制

本プロジェクトのインドネシア側実施体制は、以下のように設定された。

- ① 責任機関：エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター（CVGHM）
- ② 研究代表機関：CVGHM
- ③ プロジェクトディレクター：CVGHM センター長 Ir. Muhamad Hendrasto
- ④ プロジェクトマネージャー：CVGHM 火山観測調査部長 Dr. Hendra Gunawan

また、成果別の主たるカウンターパート機関は、以下の通りである。

成果 1：CVGHM, UGM, STC, BMKG

成果 2：CVGHM

成果 3：UGM, STC

成果 4：BMKG

成果 5：CVGHM, UGM, STC, BMKG

(2) JCC の体制

合同調整委員会（JCC）のメンバーは、以下の通りである。

- ① 委員長
プロジェクト・ディレクター
- ② メンバー
<インドネシア国側>
 - ・エネルギー・鉱物資源省
 - ・エネルギー・鉱物資源省地質庁

- ・ CVGHM
- ・ UGM
- ・ STC
- ・ BMKG
- ・ 公共事業省水資源研究所（PUSAIR、オブザーバー）

<日本側>

- ・ JICA インドネシア事務所
- ・ プロジェクトリーダー
- ・ グループリーダー
- ・ その他 JICA 専門家
- ・ 業務調整員
- ・ JICA より派遣されたミッション団員
- ・ プロジェクトリーダーが指名したもの（オブザーバー）

3-3 各成果の概要と実施工程、留意事項

本プロジェクトでは、火山噴出物の放出率時間関数の予測値とリアルタイム評価値をマルチモード土砂移動現象シミュレータの入力値として、火山噴火に伴う災害を常時予測する統合的予測システムを開発する。さらに、政府、自治体等が災害発生時（平時においても）に災害対策立案に活用できる複合土砂災害対策意思決定支援システムを構築するものである。

この目的を達成するために、3-2 で述べた 1~4 の成果に分けて研究を進め、最終的に各成果を成果 5 において複合土砂災害対策意思決定支援システムへ統合する。

各成果の概要と、年度ごとの実施工程は以下のとおり。

3-3-1 成果 1 について

成果 1：地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。

活動 1-1 では火山噴出物の放出率を予測でき、リアルタイムに評価できる地震・地盤変動観測網を構築する。メラピ、スメル火山などに傾斜計と GNSS などの地盤変動観測機器を設置し、それらから得られるデータをリアルタイム処理し、力源の体積変化量を算出するシステムを設置する。力源の体積変化率は噴出物の放出率の見積りに使用される。また、火山灰放出に伴う振動を検知し、噴出物の放出率をリアルタイムで見積もるための地震計を設置する。観測データは火山噴火早期警戒システムおよび複合土砂災害対策意思決定支援システムへ転送され、避難等の防災対策に活用される。

<活動 1-1 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | ・ 火山観測網設置計画の暫定設計および観測点候補地の選定 |
| H26 | ・ 火山観測網の設計および観測点決定 ・ GNSS をスメル、ケルト、ガルングン火山に設置し、メラピおよびグントール火 |

| | |
|-----|---|
| | <p>山の既存システムを含めて自動基線解析を開始する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ボアホール傾斜計をメラピ、ケルト、ガルングン、グントールに設置する。 メラピ火山については BPPTK にデータ伝送する。その他の火山については各火山観測所にデータ伝送し、PVMBG へ既存の VSAT システムによりデータ転送する。 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を行う。 |
| H27 | <ul style="list-style-type: none"> 5 火山において地震計を各 2 台設置し、メラピ火山については BPPTK へ、その他の火山については各火山観測所にデータ伝送し、PVMBG へ既存の VSAT システムによりデータ転送することにより、データのダイナミックレンジの拡張を図る。 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を行う。 |
| H28 | <ul style="list-style-type: none"> 火山観測網の暫定運用を開始し、火山噴火早期警戒システムにデータ提供を開始する。 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を引き続き行う。 |
| H29 | <ul style="list-style-type: none"> 火山観測網の本格運用を開始する。 |
| H30 | <ul style="list-style-type: none"> 火山観測網の本格運用 |

活動 1-2 では、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータに含まれるパラメータを決定するために必要な出水量や土砂移動量を把握するための観測を行う。まず、雨量計、水位計、流砂量計、ハイドロフォン、土石流センサーなどからなる観測ステーションをメラピ火山の Woro 川、Gendol (Opak) 川、Kuning 川、Boyong 川、Code 川、Putih 川、Paberan 川に設置する。また、同様の観測ステーションをケルトおよびスメル火山から発生する土砂を対象として Brantas 川に設置する。これらのデータは統合 GIS 複合土砂災害シミュレータおよび複合土砂災害対策意思決定支援システムへ転送される。

<活動 1-2 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|---|
| H25 | <ul style="list-style-type: none"> 気象水文観測網設置計画の暫定設計および観測点候補地の選定 |
| H26 | <ul style="list-style-type: none"> 気象水文観測網設置の設計および観測点決定 観測ステーションをメラピ火山の河川域に設置する。 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を行う。 |
| H27 | <ul style="list-style-type: none"> 観測ステーションをケルト・スメル火山の河川域に設置する。 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を行う。 |
| H28 | <ul style="list-style-type: none"> 気象水文観測網の暫定運用を開始し、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータにデータ提供を開始する。 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を引き続き行う。 |
| H29 | <ul style="list-style-type: none"> 気象水文観測網の本格運用を開始する。 |
| H30 | <ul style="list-style-type: none"> 気象水文観測網の本格運用 |

活動 1-3 では、インドネシアの局所的集中豪雨に対応するため、時空間的に高解像度を有する降雨データが取得できる X バンド MP レーダーをメラピ火山の南山麓に設置し、Woro 川、Gendol (Opak) 川、Kuning 川、Boyong 川、Code 川、Putih 川、Paberan 川渓流域の降雨を観測する。レーダーの設置候補地としてガジャマダ大学やインドネシア・イスラム大学、公共事業省の施設などを検討している。

また、XバンドMPレーダーは火山灰の検知にも活用できるので、活動2-2において噴出物量の放出率評価に用いるとともに、火山灰拡散シミュレータの入力データとして用いることで、火山灰の拡散範囲をリアルタイムで把握できる技術開発を行う。加えて、メラピ火山以外の火山噴火とその後の土砂災害に対応するため、XバンドMPレーダーの機動観測システムを整備する。また、JST経費にて頻繁に噴火が発生する桜島周辺にもXバンドMPレーダーを設置し、雨雲と火山灰雲の検知のための基礎技術開発を行い、インドネシアに設置するレーダーによる雨雲と火山灰雲の検知技術の改良に反映させる計画である。

レーダーデータは統合GIS複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システム、複合土砂災害対策意思決定支援システムへ転送され、避難等の防災対策に活用される。

<活動1-3の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|---|
| H25 | ・ レーダーシステムの暫定設計および観測点候補地の選定 |
| H26 | ・ レーダーシステムの設計および観測点決定及び設置を行う。 ・ 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を行う。 |
| H27 | ・ レーダーシステムの改良を行う。 ・ 気象水文データとの比較検討を行う。 ・ 火山灰検知の可能性について検討を行う。 |
| H28 | ・ レーダーシステムの暫定運用を開始し、統合GIS複合土砂災害シミュレータ等にデータ提供を開始する。 ・ 観測装置運用とデータ解析について技術的指導を引き続き行う。 |
| H29 | ・ レーダーシステムの本格運用を開始する。 |
| H30 | ・ レーダーシステムの本格運用 |

<予想される留意事項>

導入した機器の維持管理については十分配慮する必要がある。成果1-1についてはCVGHMがすでに各火山に地震計・テレメータ等の観測機器を設置しているため、本研究計画の機器を観測網全体の拡張部分として運用するための技術・体制は備わっているが、成果1-2については運用主体がガジヤマダ大学であり、可能な限り現地の状況に合った機材を導入し、ハイテクに頼らずローテクも積極的に活用した維持管理計画を立案するとともに、公共事業省とも維持管理についても連携していく必要がある。

また、モニタリング方法、場所、データ通信、データ解析に関しては日本側の研究者と密に協議しながら実施していく必要があるため、インドネシアに1名の研究者を可能な限り長期間派遣し(2~3ヶ月を年に2~3回)、インドネシア側と調整を行う。

3-3-2 成果2について

成果2：火山灰噴出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。

活動2-1では、5火山についてそれぞれの火山活動推移モデルとして噴火シナリオを作成し、将来

の噴火発生と推移予測での実用化を目指す。また、噴火シナリオ作成マニュアルを作成し、インドネシア側が他火山でも作成可能にすることを目指す。ここでは噴火シナリオとして、事象分岐の判断材料と事象の確度が示された事象分岐図「イベントツリー」を作成することと、噴火活動の歴史的変遷を示す噴火年代と噴出物積算量を示す「階段図」を当該火山ごとに作成する。具体的には、5火山ごとに文献や古い噴火記録の調査に加えて、インドネシアの研究者と協同で現地における噴出物調査を実施し、さらに噴出物の年代測定を行うことによって、噴火時期・噴出量・継続時間・噴火様式とその変化、および地震発生や地殻変動などの時間的変化を明らかにする。また、本プロジェクト実施中に5火山のいずれかで噴火が発生した場合には、その噴火の推移を観測・調査し、その火山の噴火シナリオの作成、特にイベントツリーの分岐判断の重要な材料として活用する。

<活動 2-1 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | <ul style="list-style-type: none"> 既存の文献を調査し、5火山毎に噴火年代や噴出量、噴火に伴った地震、地殻変動等の記録を整理し、現地調査に必要な場所やサンプリング箇所について、インドネシア側研究者と調整をする。 |
| H26 | <ul style="list-style-type: none"> メラピ火山の噴火シナリオを作成する上で不足している過去の噴火の噴出物について現地調査し、年代測定用の試料を採取する。 イベントツリーの分岐の判断に必要な地震や地殻変動などの観測記録について、インドネシアの観測所に保存されている資料をコンパイルする。 メラピ火山の階段図とイベントツリーを検討する。 |
| H27 | <ul style="list-style-type: none"> ケルウト火山の噴火シナリオを作成する上で必要な過去の噴火の噴出物について現地調査し、年代測定用の試料を採取する。 ケルウト火山の過去の観測記録について、現地に保存されている資料をコンパイルする。 ケルウト火山の階段図とイベントツリーを検討する。 |
| H28 | <ul style="list-style-type: none"> ガルングン火山の噴火シナリオを作成する上で必要な過去の噴火の噴出物について現地調査し、年代測定用紙料を採取する。 ガルングン火山の過去の地震や地殻変動などの観測記録について、現地に保存されている資料をコンパイルする。 ガルングン火山の階段図とイベントツリーを検討する。 |
| H29 | <ul style="list-style-type: none"> スメル火山の噴火シナリオを作成する上で必要な過去の噴火の噴出物について現地調査し、年代測定用の試料を採取する。 スメル火山の過去の地震や地殻変動などの観測記録について、現地に保存されている資料をコンパイルする。 スメル火山の階段図とイベントツリーを検討する。 |
| H30 | <ul style="list-style-type: none"> グントール火山の噴火シナリオを作成する上で必要な過去の噴火の噴出物について現地調査し、年代測定用の試料採取をする。 グントール火山の地震や地殻変動などの観測記録について、現地に保存されている資料をコンパイルする。 グントール火山の階段図とイベントツリーを検討する。 |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ メラピ、スメル、ケルト、グントール、ガルングン火山の現在の活動評価を行い、火山活動推移モデルにおける現在の立ち位置を決定する。 |
|--|---|

活動 2-2 では噴出率を評価する手法を開発する。まず、噴出率の時間関数を予測できるマグマ放出モデルを構築する。また、噴火が発生した場合のために、「総合観測システム」から得られる地震動および地盤変動データさらに X バンド MP レーダーの画像解析に基づいて、リアルタイムに噴出率のリアルタイム評価を行う手法を開発する。噴火の前兆期においては「総合観測システム」から得られるデータに基づいて、リアルタイムに火山活動を評価し、予想される噴火規模と噴出率の予測時間関数を表示し、また、噴火開始後は見積もられた噴出率に基づき、現在の噴火強度とその後の噴出率をリアルタイムで表示する火山噴火早期警戒システムを構築する。

<活動 2-2 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 噴出率予測モデルについて検討を開始する。 |
| H26 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 噴出率予測モデルと火山噴火早期警戒システムの設計を行う。 |
| H27 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震・地盤変動のオンライン観測データに基づいてリアルタイムで噴出率を評価するシステムを開発する。 |
| H28 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 観測データに基づいて、噴出率予測モデルとリアルタイム噴出率評価手法を改良する。 |
| H29 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 火山噴火早期警戒システムを設置する。 |
| H30 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 噴出率予測モデルを含めた火山噴火早期警戒システムの調整を行う。 |

3-3-3 成果 3 について

成果 3：土砂移動現象予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される。

活動 3-1 では、火山噴火により直接的に放出される火砕流、溶岩流、降下火山灰や、降雨によって引き起こされるラハール、地形変動、河床変動など様々な土砂移動をシミュレートするエンジンを開発する。それぞれのシミュレーション・エンジン毎に試験を重ねることにより、改良を行う。

<活動 3-1 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|---|
| H25 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 各土砂移動現象モデルの予察的検討を行う。 |
| H26 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 各シミュレーション・エンジンの設計を行う。 |
| H27 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 野外観測データと比較することにより、各シミュレーション・エンジンの試験を行う。 |
| H28 | <ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーション・エンジンの改良を行う。 |
| H29 | <ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーション・エンジンの改良を引き続き行う。 |
| H30 | <ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーション・エンジンの改良を引き続き行う。 |

活動 3-2 では、噴火様式と噴出率を初期値として動作する統合 GIS 複合土砂災害シミュレータの開発を行う。統合 GIS 複合土砂災害シミュレータは GIS である GRASS と Google Earth を組み合わせて

システムを構築する。この組み合わせにより、OS に依存しないマルチプラットフォーム上で、またインターネットを介しての利用が可能である。このプラットフォームに地形・地質、地被条件、土地区分、河床材料、気象・水文データベースを構築し、この上で、活動 3-1 で開発したマルチモード土砂移動現象シミュレータと統合化エンジンを実行し、複合土砂災害の予測を行う。様々な土砂移動現象は互いに影響を及ぼしあいながら複合的に発生するので、統合化エンジンのもとに個々のシミュレーション・エンジンはインターフェースを介して動作することになる。

<活動 3-2 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | ・ 統合 GIS システムの構造の検討を開始する。 |
| H26 | ・ データ及びシミュレーション・エンジン間の入出力インターフェースの設計を行う。 |
| H27 | ・ データベース・カーネルを立ち上げ、コミュニケーション・エンジンの設計を行う。 |
| H28 | ・ 統合 GIS シミュレータのプラットフォームを立ち上げる。 |
| H29 | ・ 統合 GIS シミュレータの動作試験とチューニングを行う。 |
| H30 | ・ 改良を含めた統合 GIS シミュレータの動作試験とチューニングを行う。 |

3-3-4 成果 4 について

成果 4：火山灰の移動・拡散現象の検知・シミュレーションに基づき浮遊火山灰警戒システムが構築される。

活動 4-1 では、大気中での火山灰粒子の移動・拡散を追跡し、大気中での火山灰粒子密度の時空間分布を予測するための手法を開発する。火山灰粒子密度分布は、利用可能な風向・風速のデータについて検討しつつ、活動 3-1 の降下火山灰予測シミュレーションと連携をとりながら、活動 2-2 の噴出率の予測値およびリアルタイム評価値に基づいて、PUFF モデルを用いて予測する。活動 1-3 で得られる X バンド MP レーダーの画像は噴煙の高度、広がり等のシミュレーションの初期値として用いるとともに、レーダー画像から火山灰粒子密度分布評価の可能性について検討する。シミュレーションやレーダー画像から推測される結果の妥当性については、桜島における大気中火山灰粒子密度のその場観測などと比較することにより検証するとともに、インドネシアの研究対象火山におけるその場観測の可能性を探る。

<活動 4-1 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | ・ 火山灰拡散モデルの検討と火山灰粒子密度のその場測定法について予察を行う。 |
| H26 | ・ 大気中火山灰粒子密度のその場測定を実施し、火山灰拡散シミュレーションの改良を行う。 ・ インドネシアの気象データについて検討する。 |
| H27 | ・ 大気中火山灰粒子密度のその場測定を引き続き実施するとともに、X バンド MP レーダーの画像を火山灰拡散シミュレーションに利用するための改良を行う。 |
| H28 | ・ 大気中火山灰粒子密度のその場測定を引き続き実施するとともに、X バンド MP レーダーの画像から雨雲と火山灰雲の識別の可能性について検討する。 |

| | |
|-----|------------------------------|
| H29 | ・ 大気中火山灰粒子密度のその場測定を引き続き実施する。 |
| H30 | ・ 大気中火山灰粒子密度のその場測定を引き続き実施する。 |

活動 4-2 では、活動 4-1 で得られた成果をもとに、航空機運航の現実に即した火山灰粒子密度の警戒レベルの閾値を提案し、粒子密度と警戒範囲をリアルタイムで表示する浮遊火山灰警戒システムを開発する。

<活動 4-2 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | ・ 浮遊火山灰警戒システムの予察的検討を行う。 |
| H26 | ・ 噴火中の火山周辺における大気中火山灰粒子密度の時空間分布について検討を行う。 |
| H27 | ・ 浮遊火山灰警戒システムの設計を行う。 |
| H28 | ・ 浮遊火山灰警戒システムの設置を行う。 |
| H29 | ・ 浮遊火山灰警戒システムの改良を行う。 |
| H30 | ・ 浮遊火山灰警戒システムの軽微な改良を行う。 |

3-3-5 成果 5 について

成果 5：成果 1～5 を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される。

活動 5-1 では、成果 1～4 の「総合観測システム」、「火山噴火早期警戒システム」、「統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ」、「浮遊火山灰警戒システム」を統合した「複合土砂災害対策意思決定支援システム」を構築する。

<活動 5-1 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|---|
| H25 | ・ 統合化の基本設計を行う。 |
| H26 | ・ 統合化のシステム設計を行う。 |
| H27 | ・ 複合土砂災害対策意思決定支援システムの設計を行う。 |
| H28 | ・ 複合土砂災害対策意思決定支援システムの動作試験を開始する。 |
| H29 | ・ 複合土砂災害対策意思決定支援システムの改良を行う。 |
| H30 | ・ コンソーシアムによる複合土砂災害対策意思決定支援システムの運用を開始する。 |

活動 5-2 では複合土砂災害対策意思決定支援システムの利用を促進するためにコンソーシアムを設立する。コンソーシアムには本研究グループを構成する政府機関と大学の研究者に加え、自治体の防災担当者、本研究グループ外の大学の研究者、地域コミュニティの代表が参加する。そして、複合土砂災害対策意思決定支援システムを火山活動のステージに適用させて運用する。それぞれ、(1)静穏期ではハザードマップ作製、高精度化など、将来をみすえた教育活動、(2)噴火前兆期では、噴火の様式、規模予測に基づく噴出物の堆積・拡散予測と避難域の提案、(3)噴火発生後、システムによる火山活動評価、土砂移動現象の予測、避難域の提案、避難域の拡張、縮小、(4)噴火終了後、土砂移動現象に対する危機管理等を行う。

また、コンソーシアムは年次的に火山土砂災害軽減と意思決定支援システムの役割に関するセミナーを開催する。なお、本プロジェクトは対象5火山のうちメラピ火山を主対象として実施するが、他の4火山においてもセミナー開催をとおしてフレームワークを形成する。

<活動 5-2 の暫定計画>

| 年度 | 主な内容 |
|-----|--|
| H25 | ・ 既存の警報避難システムの検討を行う。 |
| H26 | ・ 意思決定支援システムの概念の共有をめざしたコンソーシアムの設立準備を行う。 |
| H27 | ・ 意思決定支援システムの運用方法の検討を行う。 ・ 年次セミナーを開催する。 |
| H28 | ・ 意思決定支援システムのプロトタイプの試験運用を開始する。 ・ 年次セミナーを開催する。 |
| H29 | ・ 意思決定支援システムの運用方法の改良を行う。 ・ 年次セミナーを開催する。 |
| H30 | ・ 意思決定支援システムの本格運用を開始する。 |

3-4 供与機材

本プロジェクトでは、火山噴火規模と推移を事前に予測し、噴火開始後には噴出率をリアルタイムで評価可能とし、さらに、土砂移動のトリガー条件となる降雨量や土砂移動をモニタリングするための機材を供与する。

表 3-1 JICA 予算による供与機材

| 機材 | 仕様と目的 |
|---------------|---|
| GNSS | GPS3 周波、GLONASS、Galileo 対応。 12 台（自動基線解析ソフトを含む）、大規模な地盤変動の検出に使用。 |
| 埋設型傾斜計 | ボアホール型、4 台、小規模な傾斜変動を高感度で検出するために使用。 |
| 地表設置型傾斜計 | フラットベース型、4 台、噴火発生時の傾斜変動観測に使用。 |
| 地震計 | 短周期 1Hz、10 台、短周期の火山性地震・微動の観測に使用。 |
| AD 変換器 | 入力：6ch、サンプリング：200Hz、分解能：24bit、10 台、地震計の信号をデジタル化し、送信するために使用。 |
| 広帯域地震計 | 観測可能周波数 0.0083Hz～50Hz、4 台、長周期の火山性地震・微動の観測に使用。 |
| データロガー | 入力：3ch、サンプリング：200Hz、分解能：24bit、4 台、広帯域地震計の信号を収録するために使用。 |
| X バンド MP レーダー | X バンド二重偏波、2 台、降雨量の時空間分布の推定に使用。 |
| ハイドロフォン | プリアンプ内蔵型センサー（単一指向性エレクトレットコンデンサーマイク）、変換器、1 台、河川の流砂観測に使用。 |
| 濁度計 | 測定範囲 0～2000FTU、1 台、河川の濁度観測に使用。 |
| サーモグラフィ | 高温度測定仕様（2000℃）、1 台、火山体の地表面温度の遠隔観測に使用。 |

| | |
|-----------|---|
| レーザー距離計 | 測定距離 12km, 1 台, 地形変動の遠隔測定に使用。 |
| 噴煙観測装置 | CO ₂ , SO ₂ , H ₂ S センサーを含む, 2 台, 火山ガス観測に使用。 |
| 露点発生装置 | 0~50℃, 1 台, 上記センサーの校正に使用。 |
| 水文観測システム | WEB カメラ, 水位計, 伝送システム含む 1 式 (現地調達), 水文観測に使用。 |
| データ解析用 PC | 10 台 (現地調達) |
| 無線伝送装置 | 5.8GHzWi-Fi 仕様, 出力 100mW 以上, 10 台 (現地調達), AD 変換器から出力されるデータを無線搬送するために使用。 |

3-5 現地再委託

埋設型傾斜計用ボアホールの掘削 (10m 程度) が予想される。

3-6 プロジェクト実施上の留意点

インドネシア側機関はエネルギー・鉱物資源省、公共事業省、気象気候地球物理学庁など、火山噴火、土砂移動、火山灰拡散などに関するモニタリングと警報発表やその対策などを業務とする現業官庁から主に構成されているので、JICA からの投入については効果が認められると考えているが、研究・開発の観点からは十分な時間が確保できない可能性も考えられる。そのため、相手側機関の若手職員の積極的な参加を働きかける必要がある。

また、ガジャマダ大学は相手側機関としては唯一の総合大学であり、理学、工学、社会科学にまで及ぶ本プロジェクトの広範囲の領域をカバーできると考えられるので、研究開発と教育において効果的に取り組むよう働きかける必要がある。

本プロジェクトの最終成果物は意思決定支援システムであり、その利活用を促していくことが重要であるが、そのためには3つの省庁と大学の連携を強化する必要がある。

3-7 プロジェクトのモニタリング・評価

本プロジェクトのモニタリング・評価として、以下の内容を実施することに双方が合意した。

3-7-1 今後の評価に用いる主な指標

3-2 に示す指標の通り。ただし、プロジェクト目標の指標は未定であるので、関係者間で協議の上、第1回 JCC までに設定する。

3-7-2 今後の評価計画

| | |
|------------|--------|
| 事業中間時点 | 中間レビュー |
| 事業終了 6 ヶ月前 | 終了時評価 |
| 事業終了 3 年後 | 事後評価 |
| フォローアップ調査 | 必要に応じて |

中間レビュー及び終了時評価は、日本側、インドネシア側による合同評価を行うこととし、独立行

政法人科学技術振興機構も同評価に参加することとした。

3-7-3 モニタリングの体制

モニタリングの体制として合同調整委員会（Joint Coordination Committee）を設置し、少なくとも毎年1回及び必要に応じて開催することとした。JCCの体制については、3-2の通り。

3-8 外部条件及びその他のリスク

本プロジェクトを実施する上での外部条件、前提条件を以下の通り設定した。

3-8-1 事業実施のための前提条件

特になし。

3-8-2 成果達成のための外部条件

- ・ 大きな自然災害によってプロジェクト活動が阻害されない。
- ・ 供与された機材が盗難にあわない、または、故意に重大な損害を受けない。

3-8-3 プロジェクト目標・上位目標達成のための外部条件

特になし。

3-9 日本における本プロジェクトの位置付け

日本とインドネシアはどちらもプレートが沈み込む島弧に位置し、その国土が火山噴出物に覆われていること、多数の火山を抱え火山活動が活発であること、火山と住民の居住区が近く、過去に多くの火山災害に見舞われてきたなど、類似点がきわめて多い。先に述べた4つの課題（2-4参照）はいずれもわが国にも当てはまる問題である。

日本における火山災害対策の課題は以下のとおり。

- ・ 火山活動の拡大の問題は、1990年から1995年まで続いた雲仙普賢岳噴火に見られる。1990年11月に発生した水蒸気爆発は小規模であったが、徐々にマグマ性噴火に移行していき、翌年5月には溶岩ドームが地表に現れ、その後火砕流が頻発するようになった。同年6月3日に発生した火砕流では40名以上が犠牲となった。
- ・ 噴出物の多様性の問題は、噴出した火山岩が日本でもインドネシアでも多いことから両国に当てはまる。噴出物の土砂移動としての問題にしても、人工的に制御できているのは砂防対策が進み、土砂の移動の監視と施設のメンテナンスが適切に実施されている桜島など少数の地域に限られている。（なお、桜島にしても、現在のレベルの活動が続けばという条件付きである）
- ・ 2013年10月に伊豆大島で発生した土砂災害は、台風26号による極めて集中的な豪雨（24時間雨量824mm）により引き起こされたものである。伊豆大島では1987年以降火山噴火は発生していないが、過去の火山噴火で形成された火山島である伊豆大島の地表は火山灰やスコリアで覆われており、集中豪雨により容易に崩壊する状態にある。
- ・ わが国においても、火山活動評価と噴火発生予測の問題と、その後に発生する土砂災害と火山灰拡散の問題はそれぞれ個別に扱われてきた。火山噴火予測における研究ではその直前現象を

捕捉し、発生する噴火の様式と規模を予測しているが、それらが即時的に災害予測に活用されることはなかった。一方、土砂災害に関する研究では、災害原因となる土砂が堆積していること（火山噴火の後）が研究の出発点であった。

以上のことから、火山活動の推移予測を高度化させ、複合的な土砂移動を予測する手法を開発したうえで、火山噴出物の放出率を入力条件とした土砂移動現象の予測を行い、それに基づいた災害対策を策定する必要がある。本プロジェクトはインドネシアの5火山を対象として、日本・インドネシア両国における課題を解決するために、噴出率をキーワードとする火山噴火予測から火山灰拡散・土砂災害対策までを一連の問題として研究するパイロット的事業と位置付けられる。

第4章 プロジェクトの評価

4-1 妥当性

本プロジェクトは、以下の理由から妥当性が高いと判断される。

4-1-1 必要性

- ・ インドネシア国周辺にはプレートの境界があり、多くの火山島が存在する。約 129 火山のうち 80 火山が活火山である。世界の火山のうちの 13%は、インドネシア国に存在する。インドネシア国では、これまで火山噴火に伴い多くの人的被害が発生している。火山災害を扱う中心的機関である火山地質災害軽減センター（CVGHM）によれば、いくつかの火山は近年活動が強まっており火山噴火は増加傾向にあるとしている。火山災害の軽減のために取り組むべき優先課題は、噴火早期警報システムの確立としており、火山災害対策に対するインドネシア国側のニーズは高い。

4-1-2 優先度

- ・ インドネシア国の国家中期開発計画 2010-2014 では、11 の優先開発課題のひとつとして「環境及び災害管理」が挙げられており、政府機関の防災対策能力強化をうたっている。また、国家防災庁が策定した「国家防災計画 2010-2014」は、災害管理活動・プログラムをインドネシア全ての政府組織がそれぞれの戦略計画において主流化することとしており、本プロジェクトは、インドネシア政府の国家政策と合致している
- ・ 我が国の「対インドネシア共和国 国別援助方針」（平成 24 年 4 月）によれば、3つの重点分野のひとつ「(2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」の中で、防災・災害対策支援等を行うとしている。また、別添の事業展開計画において、「開発課題 2-2 防災・緊急事態対策」として「防災能力向上プログラム」が示されており、防災対策支援は対イ国別援助政策の重要な要素と位置付けられている。
- ・ また、2004 年 12 月 26 日のスマトラ島沖地震及びインド洋津波によりインドネシア国が多大な被害を受けたことを受け、日本、インドネシアの 2 国間で設置した「防災に関する共同委員会」の報告書によれば（2006 年 7 月）、「6-1 主要な要素の確立」に「(3) 洪水、土砂災害、火山噴火などその他自然災害への対応」が示されており、この点からも、本プロジェクトは我が国の援助方針と合致しているといえる。

4-1-3 手段としての適切性

- ・ JICA はこれまでに、防災分野における支援を多く実施してきている。これらの事業のうち、「インドネシアにおける地震・火山の総合防災策」（科学技術協力、2009 年～2013 年）は、本プロジェクトと同様 SATREPS 案件であり、同プロジェクトで設置した観測機器は現在でも利用されている等、インドネシア国側関係者もその成果を高く評価している。火山災害の視点から両プロジェクトを比較すると、前回は噴火の早期警報システムの開発が目的だったが、今回は火山災害と土砂災害の連結モデルの開発を目指している。また、今回のプロジェクトでは、火

山災害、土砂災害の予測データに基づく災害削減のための意思決定システムを開発し、社会実装を目指す等、前回より進化した活動内容を計画しており、協力の妥当性は高い。

4-2 有効性

本プロジェクトは、以下の理由から有効性が見込める。

4-2-1 プロジェクト目標の内容

- ・ プロジェクト目標「火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムが統合して動作し、業務官庁等に対して情報提供できる」には、3つのサブグループの成果が一つの意思決定支援システムに統合化されることを示しており、プロジェクト目標の内容が明確になっている。
- ・ プロジェクト目標に関する指標が未設定である。第1回 JCC までに、日伊双方の関係者で協議し、適切な指標及びその入手手段を設定し、JCC で合意する必要がある。

4-2-2 因果関係

- ・ 本プロジェクトでは、5つの成果が設定されており、成果2、成果3、成果4が火山災害、土砂災害、気象への影響という3分野をカバーしており、これらの分野間の研究連携という新しい試みがなされることになり、新規性の高い内容になっている。(これまで、火山災害と土砂災害とは基本的に別々の分野として研究されていた)
- ・ 成果1(総合観測システムの整備)をまず全組織が参加して実施し、成果2~成果4で個別のテーマにとりくみ、成果5でそれらの成果を統合するというシナリオであり、成果間の関係が明確であるとともに、プロジェクト目標を達成するために十分な成果が計画されている。
- ・ 成果5「複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される」では、研究成果を実際に活用するしくみ作りに取り組むものであり、SATREPS 案件が目指す「社会実装」の実現が期待される。

4-3 効率性

本プロジェクトは、以下の理由から効率的な実施が見込まれる。

4-3-1 アウトプットの内容

- ・ 5つの成果に関する指標は、各成果において開発される予測システムの具体的機能を示している。
- ・ 一方、指標の入手手段は未確定であるので、これについても第1回の JCC で確定させる必要がある。

4-3-2 因果関係

- ・ インドネシア側の参加者には日本での留学経験者が多く参加しており、日本側研究者との意思疎通がスムーズに行えることが期待される。特に、CVGHM 所長及び STC 所長は、日本側研究リーダー及びサブリーダーの研究室で修士号をとっており、本プロジェクト全体の運営の円滑化が見込まれる。

- ・ 本プロジェクトでは、インドネシア側関係機関は4機関に及ぶが、CVGHMは前SATREPSにも参加しており、また、BMKGは現在実施中のJICA技術協力プロジェクト「気候変動対策能力強化プロジェクト；サブプロジェクト2：脆弱性評価」のカウンターパート機関になっており、JICAプロジェクトの実施経験があることから、4機関と日本側との円滑な業務調整が行われることが見込まれる。
- ・ 日本側研究リーダーは前SATREPSプロジェクト「インドネシアにおける地震火山災害の総合防災策」にも参加しており、同プロジェクトにおける協力のノウハウ、実績を十分に生かすことが期待される。

4-3-3 タイミング

- ・ 本プロジェクトでは、XバンドMPレーダー、強震計、傾斜計等が供与機材として供与される計画であり、機材の設置遅延が起きないように、適切な業務管理が望まれる。

4-3-4 コスト

- ・ 前回のSATREPSプロジェクトで導入した観測機材を活用するほか、同機材を更新して使用する計画であり、コスト面での効率性が見込まれる。

4-4 インパクト

本プロジェクトのインパクトは、以下のように予測される。

- ・ 本プロジェクトは、プロジェクト成果の社会実装として、統合化された災害警報発令に関する意思決定支援システムの関係機関での運用を目指すものであり、上位目標が明確である。また、SATREPSの実施方針にも合致する。
- ・ 本プロジェクトでは、ジャワ島にある5つの火山をパイロット地域とし、そのうちメラピ山での研究活動にまず取り組み、順次他の4火山に開発したシステムを応用していく計画である。したがって、プロジェクト終了後は、対象火山をジャワ島以外の島に拡大し、本プロジェクトで開発されたシステムを応用していくことが期待される。
- ・ 本プロジェクトでは、成果5において複合土砂災害対策意思決定支援システムの利活用促進を行うために、プロジェクトと防災関係機関や自治体、住民等で構成されるコンソーシアムを立ち上げてセミナーやワークショップを定期的実施する予定であり、本プロジェクトでの活動内容が広く広報されることが期待される。
- ・ 参加するイ側研究機関の若手研究者に対し、日本の最先端技術・知識に触れる絶好の機会を提供することになる。
- ・ インドネシア国の防災関係機関が、最先端の技術・知識に基づく火山災害・土砂災害の防災対策に関する知識を習得することになる。

4-5 持続性

以下の通り、本プロジェクトによる効果は、インドネシア国政府によりプロジェクト終了後も持続すると見込まれる。

4-5-1 政策・制度面

- ・ インドネシア国では、火山、地滑り等の自然災害は継続して発生しており、災害管理がインドネシア国政府の優先課題の一つになっていることから、火山災害・土砂災害対策が今後国家政策の一つとして継続されることが見込まれる。

4-5-2 組織・財政面

- ・ 本プロジェクトには、火山災害、土砂災害、気象に関する国家レベルの研究機関が参加しており、インドネシア側の研究体制は組織面・財政面双方の点から継続すると思われる。

4-5-3 技術面

- ・ 日本、インドネシア間での研究者同士の交流はこれまでも長期にわたって継続しており、本プロジェクト終了後も継続するものと期待される。また、本プロジェクトの中で、短期研修生向けの本邦研修の実施も計画されている。こうした活動を通して、インドネシア側の人材育成が促進され、本プロジェクトで用いられた最新技術、最新知識がインドネシア側研究者によって継承されることが見込まれる。

第5章 結論

5-1 結論

本プロジェクトは、インドネシア国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、また計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。

5-2 要検討事項

調査の結果、今後検討すべきと考えられる留意事項は以下の通りである。

- 各カウンターパート機関の役割及び連携について

本プロジェクトでは主に火山、砂防、気象の3分野にわかれた日本側研究者とインドネシア側カウンターパート機関が協力してプロジェクトを実施する構成となっている。そのため各分野の連携が本プロジェクトを成功させる上で一つの重要な鍵であり、本調査ではインドネシア側カウンターパート機関に対してプロジェクトの全体像の説明、各機関の役割分担、各活動の実施体制について特に議論を行った。

インドネシア側カウンターパート機関は研究所、大学、役所とそれぞれ毛色の異なる機関が集まっているため、調査初日のキックオフ・ミーティングでは主に上記の点が議論のポイントとなった。日本側研究代表者である井口教授よりプロジェクト全体のプレゼンテーションがあり、先方には概ね全体像を把握してもらえたと考えられる。

しかし、プロジェクトの最終成果である複合土砂災害対策意思決定支援システムは各分野の研究活動からのアウトプットを統合したものであり、日本側・インドネシア側とも今後はより一層各分野・活動間の連携を強化していくための取り組みを行うことが必要である。

- 防災関係機関との連携について

本プロジェクトでは、成果5において複合土砂災害対策意思決定支援システムの利活用推進を行うために、プロジェクトと防災関係機関や自治体、住民等で構成されるコンソーシアムを立ち上げてセミナーやワークショップを定期的実施する予定である。そのためには各関係機関に対して協力を依頼していく必要があるが、上記の通り本調査段階では4つのカウンターパート機関の間でプロジェクトの全体像を共有し、各カウンターパート機関の役割や連携体制を明確にしていくことが第一の課題であると考えられたため、本調査では基本的にカウンターパート機関との協議を主として行った。

一方で、成果5のコンソーシアムを充実したものにしていくためには今後関係機関に対して働きかけていくことが不可欠であり、プロジェクト開始後に各観測機材の設置やシステムの設計方針がある程度固まった段階で、コンソーシアムにおいて具体的な利活用方法を議論していく必要があると考えられる。

そのため、R/D 締結時やJCC等を利用して今後関係機関に対し協力を依頼していくことが必要である。

・ MOU 締結について

本プロジェクトを実施する前提条件として京都大学防災研究所と地質庁との間で MOU を締結する必要がある。新規で MOU を締結するには 1 年以上の期間が必要である可能性があるため、既に締結されている京都大学防災研究所-地質庁の MOU に本 SATREPS 分を添付する方針とすることで主に JST、井口教授より先方と協議が行われた。

今後具体的に MOU 締結に向けた対応を行う必要があり、基本的に京都大学及び JST が対応することとなるが、必要に応じて JICA から側面支援を行うこととする。

5-3 団長所感

本プロジェクトの先方政府関係機関との協議を行った結果、別添協議議事録の内容について理解、合意を得ることが出来た。本プロジェクトに関しては、本調査団に参団いただいている日本側研究機関と本件先方関係機関との間にすでにこれまで良好な信頼関係が構築されていること、これまでの JICA プロジェクト等を通じて先方関係機関は技術協力のスキームや制度への理解があることなどから、協議はスムーズに行われ、CP からの本プロジェクト実施への関心、期待が高いことも確認された。今後の課題を含め、団長所感は以下のとおり。

(1) 先方予算措置について

インドネシア政府の予算年度が 1 月開始であり、すでに各省庁による来年度 2014 年度予算策定がほぼ終了していることから、2014 年 4 月に開始予定の本プロジェクトにかかる先方実施機関による経費負担について、十分な対応が出来ない可能性があるとの関係機関からの発言があった。初年度はプロジェクト立ち上げの段階であることから先方負担はある程度限られたものになると考えられるが、予算措置が十分でない可能性があることを念頭に置いた活動計画を立てる必要があると考えられる。これに関しては、インドネシア国におけるプロジェクト全般に共通した留意事項であり、プロジェクト立ち上げ時には今後も注意が必要と考える。

(2) 共同作業について

プロジェクト（研究）を共同で行っていくことに関しては、先方関係機関からの理解は得られている一方で、日本側関係者とインドネシア側 CP との当該分野における知識（経験）の差をどのように埋めて協同作業を行うのか懸念する声の一部の関係機関からあった。それに対して調査団からは、日本側関係者がシャトル型で派遣される際にその差を埋めるべく活動をともしに行い指導、教育するほか、必要に応じて CP の日本での研修を行う計画があることを伝え、理解を得た。しかしながら、いくつかの予測、シミュレーションを行うモデルの開発においては、共同での開発は実際には難しい部分もあり、それら活動について日本側関係者による検討、策定が中心になるものも多いと思われることから、実施段階においては、インドネシア側関係者の人材育成を目指す工夫を行っていくことが望ましいと思われる。

(3) 関係者間の連携について

本プロジェクトにおいては、複数のコンポーネント、活動があり、多くの関係機関、関係者がそれら活動に関わることから、プロジェクトの成果を発現するためにはコンポーネントや活動のお互いの連携、調整が重要かつ不可欠であると考えている旨先方関係機関に対して伝えている。今回の協議においても、先方関係者の活動それぞれに対する関心が高いことが確認されており、

今後も詳細な活動を含めた議論は進められると思うが、プロジェクト全体のコンセプトを理解した上でそれぞれの活動が行われ、連携が図られることが本プロジェクトの成果発現のために重要な要素のひとつと考えられる。インドネシア側 CP 間だけでなく、日本側研究機関の間における連携も本プロジェクトを実施、成功させるための前提条件であり、今後具体的な活動等について日本側関係者でさらなる議論、整理を行っていただき、インドネシア側と情報、認識を共有しながら、プロジェクトが開始されることが期待される。

5-4 研究代表所感

本プロジェクトを構成する火山噴火と土砂災害対策については、20年以上の長期間の継続的共同研究の歴史があるので、それぞれの個別の共同研究の継続と発展においては全く問題ないと考えられる。一方、気象気候地球物理学庁が担当する火山灰の拡散の問題については、過去に共同研究の実績がなく、双方の役割分担と共同作業をこれから煮詰めていき、信頼関係を今後構築していく段階にある。

本プロジェクトを遂行するにあたり、日本側とインドネシア側に依然として知識や技術力に差があるのは事実である。このために、本プロジェクトでは日本において研修を行うとともに、長期間の滞在中にインドネシアという活動遂行の場において教育を行っていくことを考えている。日本における研修は知識および技術力を習得する場として、インドネシアでの教育は、実践力と応用力を養う場として位置付けることが日本とインドネシアとの差を埋めるに有効なことだと考える。

最も重要なことはプロジェクト全体の関係者で連携を図ることである。本研究のグループは、成果1グループの観測データを用いた成果2グループがアウトプットとして提出する噴出物の放出率をもとに、成果3グループと成果4グループがそれぞれ降下した噴出物の移動および大気中を浮遊する火山灰の拡散を予測し、最終的に成果5グループが構築する意思決定支援システムに統合化される構成であり、グループ間の連携なしにはプロジェクト目標の達成は不可能と考えられる。そのため、各グループの主たる構成メンバーが他のグループにも属して協同作業を通して理解を深める必要がある。

また、突発する火山噴火はそのような連携の実践の場であり、グループ間のデータの移動なしには各グループの研究が遂行できないことを理解すべき場であると考えられる。本プロジェクトでは当面、ジャワ島の5つの火山を対象にプロジェクトを遂行するが、それ以外の火山において噴火が発生した場合、機動的に連携を取りながら対処することにより、連携を深めていく必要がある。

TENTATIVE SCHEDULE

Detailed Planning Survey on the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products

| Date | | | Evaluation Analysis | Leader | Project Planning | Program Officer | JST | Research Leader | Researcher | Accommodation |
|------|------|-----|---|-------------------------------------|------------------|-----------------|---|--|------------|---------------|
| | | | Mr. Minagawa | Mr. Miyata | Mr. Katsumata | Dr. Fujii | Mr. Masuda | Dr. Iguchi | Dr. Fujita | |
| 1 | 9/8 | Sun | <u>NRT 10:50 → CGK 16:35 (JL725)</u> | | | | | | | Jakarta |
| 2 | 9/9 | Mon | AM JICA Indonesia Office PM Meeting with BMKG PM Meeting with JICA HQ (TV conf.) | | | | | | | Jakarta |
| 3 | 9/10 | Tue | AM Meeting with JICA Expert (If available) <u>Move to Bandung (by car)</u> | | | | | | | Bandung |
| 4 | 9/11 | Wed | AM Meeting with CVGHM PM Meeting with PUSAIR | | | | | | | Bandung |
| 5 | 9/12 | Thu | AM Meeting with LIPI PM Meeting with RISTEK | | | | | | | Bandung |
| 6 | 9/13 | Fri | Meeting with C/P organizations | | | | | | | Bandung |
| 7 | 9/14 | Sat | <u>BDO 12:25 → DPS 15:05 (GA334)</u> <u>DPS 19:25 → JOG 19:45 (GA255)</u> | | | | | | | Jogjakarta |
| 8 | 9/15 | Sun | Documentation | | | | | | | Jogjakarta |
| 9 | 9/16 | Mon | AM Meeting with GMU PM Meeting with STC | | | | | | | Jogjakarta |
| 10 | 9/17 | Tue | Meeting with C/P organizations | | | | | | | Jogjakarta |
| 11 | 9/18 | Wed | Meeting with C/P organizations <u>JOG → CGK</u> | <u>NRT10:50 → CGK 16:35 (JL725)</u> | | | <u>FUK 10:15 → SIN 15:30 (SQ655)</u> <u>SIN 16:25 → CGK 17:10(SQ964)</u> | | Jakarta | |
| 12 | 9/19 | Thu | AM Meeting with JICA Indonesia Office AM Meeting with RISTEK 13:00 Kick-off meeting with CVGHM, GMU, STC, BMKG at JICA Indonesia Office | | | | | | | Jakarta |
| 13 | 9/20 | Fri | <u>CGK 10:05 → JOG 11:25 (GA206)</u> Meeting with GMU, STC, BPPTK | | | | | <u>NRT 09:55 → CGK 15:30 (NH937)</u> <u>CGK 18:25 → JOG 19:45 (GA216)</u> | | Jogjakarta |
| 14 | 9/21 | Sat | Reconnaissance of Merapi Volcano with CVGHM (Confirmed) | | | | | | | Jogjakarta |
| 15 | 9/22 | Sun | <u>JOG 07:55 → DPS 10:15 (GA250)</u> <u>DPS 11:00 → BDO 11:40 (GA335)</u> Reconnaissance of Guntur Volcano with CVGHM (Confirmed) | | | | | | | Bandung |
| 16 | 9/23 | Mon | Meeting with CVGHM Meeting with LIPI, RISTEK Meeting with PUSAIR | | | | | | | Bandung |
| 17 | 9/24 | Tue | <u>Move to Jakarta (by car)</u> Meeting with C/P organizations, Meeting with BNPB, PUSAIR (If necessary) | | | | | | | Jakarta |
| 18 | 9/25 | Wed | AM Signing on M/M PM Report to JICA Indonesia Office, Embassy of Japan | | | | | <u>CGK 21:25 →</u> <u>→ NRT 07:00 (NH938)</u> | | Jakarta |
| 19 | 9/26 | Thu | <u>21:55 CGK →</u> <u>→ 07:25 NRT (JL726)</u> | | | | | <u>20:25 CGK → 23:00 SIN (SQ967)</u> <u>01:10 SIN → 08:25 FUK (SQ656)</u> | | |

エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター: CVGHM (バンドン)
 ガジャマダ大学: GMU (ジョグジャ)
 公共事業省砂防技術センター: STC (ジョグジャ)
 公共事業省研究開発庁水資源研究所: PUSAIR (バンドン)
 気象気候地球物理庁: BMKG (ジャカルタ)
 インドネシア科学院: LIPI (バンドン)
 研究技術省: RISTEK (バンドン)

面談先：徳永良雄 JICA 専門家（BNPB）

日時：2013年9月10日（火） 08:20 – 09:00

場所：国家防災庁（National Agency for Disaster Management: BNPB）

面談者：皆川

インドネシアで防災政策担当の長期専門家である徳永氏に、インドネシア国の防災政策、特に火山災害対策、本プロジェクトでの留意点をインタビューした。御多忙なところ、前日にアポの取り付けを行って面談させていただいた。徳永専門家には、本プロジェクトの情報が十分に伝わっていなかった。

<面談内容>

- ・（国家計画・政策）参考となる資料、法律では、国家防災計画2010-2014があり、また、種々の法律もできあがっている。BNPB の能力強化プロジェクトの詳細計画策定調査に2009-10年の状況がまとめられており、参考になる。さらに、JICA が2012年に ASEAN を対象にした情報収集調査：Data Collection Survey on ASEAN Regional Collaboration in Disaster Management の最終報告書ができあがっており、この中で CVGHM のプロフィールを始め、いろいろな情報が整理されているので、それを活用した方がいい。
- ・（災害データについて）Data of Disaster in Indonesia 2012というものがあるので、参考にされたい。しかしながら、英語版の資料はあまり多くない。
- ・（本プロジェクトと BNPB とのかかわりについて）国家防災法の制定後、各地方政府には地方防災局（BPBD）の設置が義務づけられている。現在は、州政府では34州全て、県市では役80%で BPBD が設置されている。しかしながら、地方政府により取組への温度差がある。BNBP が参加する場合には、国レベルと地方レベルの防災局での調整が必要になるので、これらの点に留意する必要がある。
- ・（砂防センターへの支援）現在、砂防に直接関係する JICA プロジェクトはないが、CVGHM への支援と同様に、砂防技術センターへの支援を同時に実施することが大事である。
- ・（他ドナーの援助活動）火山災害分野では、他ドナーの活動は聞いていない。ドイツの技術研究所である BGR がエネルギー・鉱物資源省の地質局と共同調査として、ハザードマップを作成しており、バンドンで関連情報がとれるのではないか。

面談先：BMKG 大気汚染課

日時：2013年9月10日（火） 10:00 – 11:45

場所：気象気候地球物理庁（BMKG）JI Angkasa 1 No2. Kemayoran, Gedung Operasional Baru Lantai 7

参加者：Mr. Edison Kurniawan Head, Air Pollution Sub Division（大気汚染課）

Ms.Andriyani Agus Staff, Air Pollution

Mr. Sunaryo Staff, Air Pollution
Mr. M. Heru Jatmika, Head of Aeronautical Meteorology Division (航空気象課)

面談者：皆川

本プロジェクト第4成果（浮遊火山灰警報システム）のイ側 C/P に想定している BMKG の担当機関2部門4名の職員と打ち合わせを実施。BMKG の大気汚染課が JICA プロジェクトに参加するのは初めてのため、同課の活動のプレゼン等、非常に積極的な対応であった。この前の週の9月6日にインドネシア側の関係機関は集まって会合をバンドンで持ったが、BMKG は参加できなかったため詳細が不明なことから、プロジェクトの PDM の概要の説明と質疑応答を実施したのち、皆川からの質問票に基づく質問に移ったが、昼食時になり、回答はメールにて送付してもらうこととした。

<面談内容>

- 1) 詳細計画策定調査の目的、メンバー、日程の説明
 - ・ 最初に、詳細計画策定調査の目的、メンバー、日程等を説明した。官団員到着後のキックオフ・ミーティングにはぜひ参加したいとのことで、場所と時間について、JICA インドネシア事務所から連絡する旨を説明。
- 2) プロジェクトの概要
 - ・ BMKG は要請書の写しをもっており、内容は概ね把握していた。
 - ・ プロジェクトの概要を、PDM 暫定版を基に説明。BMKG が第4テーマ（浮遊火山灰警報システム）を担当するとともに、第1テーマ等でも関係することから、イ側で調整（CVGHM – BMKG 等）をする、とのこと。特に、予算について BMKG の予算は厳しいとのこと、イ側で調整するとのこと。
 - ・ 特に、BMKG の関心は、日本側の投入であり、供与機材、研修内容に質問があり、日本側本隊到着後のキックオフ・ミーティングで協議することとした。
- 3) BMKG による活動のプレゼン
 - ・ BMKG の大気汚染課/航空気象課の活動内容のプレゼンが行われた。
- 4) 質問票
 - ・ 上記の議論で1時間半が過ぎたため、質問票への回答を後日 email でもらうこととした。簡単な回答の説明があるなど、対応は非常に積極的であった。
- 5) その他
 - ・ BMKG が関係する SATREPS 「短期気候変動励起源地域における海陸観測網最適化と高精度降雨予測プロジェクト」（山中 JAMSTEC 上席研究員）の活動を質問したが、同プロジェクトには参加していないようで、ほとんどコメントがなかった。一方、JICA 「気候変動対策能力向上プロジェクト」の「脆弱性評価」サブプロジェクトに参加しており、担当の高間専門家の指導内容を高く評価していた。

面談先：CVGHM (Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation) , Geological Agency,
Ministry of Energy and Mineral Resources

(エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター)

日時：2013年9月11日（水） 9:00 – 10:40

場所：CVGHM, Jl. Diponegoro NO.57, Bandung

参加者：Ir. Muhamad Hendrasto, Head of CVGHM (愛称 Totok、京都大学・井口教授のもとで工学
修士号取得)

Dr. Hendra Gunawan, Head of Western Region Volcano Monitoring and Research Subdivision

Dr. Supriyah Andreastah, Head of Hazard Potential Evaluation Subdivision

Ms. Nia Haerani, Scientist (volcano deformation)

Mr. Agus Budiarto, Head of Potential Evaluation for Volcanic Hazard

面談者：皆川

本プロジェクトの主要実施機関であるエネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター (CVGHM) にて、本プロジェクトの概要を説明すると共に、キックオフ・ミーティング、署名式の段取りを協議した。また、質問票については、時間がなかったため、後日 CVGHM 所長より、メールにて回答を送付してもらうこととした。

<面談内容>

1) 詳細計画策定調査の概要説明及びプロジェクトの概要の説明

- ・ 最初に、詳細計画策定調査の目的、メンバー、日程等を説明したのち、プロジェクトの概要を、PDM 暫定版を基に説明。

2) キックオフ・ミーティングのセット

- ・ 9/19のキックオフ・ミーティングの開催を説明し、日程調整等を行った。ジャカルタ開催（場所は JICA 事務所）とバンドン開催（場所は CVGHM）のオプションが考えられ、最終決定は JICA 本部に相談することとした。なお、時間は午後1時より。参加者の旅費は各機関で負担可能である。
- ・ 招待状は JICA が作成、参加機関は CVGHM が他の主要3機関（UGM, STC, BMKG）と協議して、結果を JICA 事務所 Emi さん及び皆川にメールで連絡することとした。

3) 署名式

- ・ 9/25（水）の M/M 署名式でのイ側署名者については、4機関間で協議することとした。4機関だけの場合は、機関の長であればエスロンという政府職員のランクが同一になるが、エネ省などの代表をいれるとエスロンの相違の問題やエネ省管轄の機関と他機関の扱いなどの調整事項があるとのことで、その扱いは CVGHM の協議を待つこととした。なお、9/25については、CVGHM の所長は OK とのことです。

4) プロジェクトの内容

別添資料2

- ・ プロジェクトの内容については十分理解している様子であり、何も質問・コメントがでなかった。
- 5) 4機関以外の機関の位置付け
- ・ CVGHMの説明では、バンドンにある LIPI は Center for Geo-technology であり、本プロジェクトとの関連性は薄い。また、バンドンでの訪問先に RISTEK があるが、RISTEK はジャカルタにある点の指摘があり、面談先の再調整が必要になった。なお、RISTEK は SATREPS プロジェクトのイ側の窓口であり、イ側の要請書は RISTEK を通して日本側に提出されている。
 - ・ バンドンで訪問予定の PUSAIR (Research Center for Water Resources ; 公共事業省研究開発庁水資源研究所) の下に STC (Sabo Technology Center ; 砂防技術センター) があり、同一の機関と扱うことができる。
- 6) その他
- ・ 9/21-22に予定されている火山視察に CVGHM 職員も同行する。その他の日に予定されている会合については、必要に応じて開催することとし、時間の設定はしなかった。

面談先 : PUSAIR (RCWR: Research Center for Water Resources, MPW ; 公共事業省研究開発庁水資源研究所)

日時 : 2013年9月11日 (水) 14:00 – 15:00

場所 : PUSAIR, Jl. Juanda 193, Bandung

参加者 : Dr. Ir. William M. Putuhena M. Eng., (水文学及び水管理研究室長)
Head of Experimental Station for Hydrology and Water Management
Tel: 022-250-1554/250-3357

面談者 : 皆川

本プロジェクトの主要実施機関の一つである STC (公共事業省砂防技術センター) を管轄する PUSAIR (同省研究開発庁水資源研究所) に表敬訪問し、本プロジェクトの概要を説明した。質問票については、STC から受け取ることから PUSAIR には配布しなかった。

<面談内容>

1) PUSAIR と STC の関係

現在、PUSAIR と STC は統合され、STC は PUSAIR にある 8つの研究室 (Experimental Station) の一つ (砂防研究室 : Experimental Station for Sabo) になっており、STC という名称は使われていない。他の研究室は、水文学及び水管理研究室 (この室長にインタビューした)、水資源環境研究室、水力構造・地質工学研究室、灌漑研究室、河川研究室、湿地研究室、沿岸研究室。

2) 詳細計画策定調査の概要説明及びプロジェクトの概要の説明

- ・ 最初に、詳細計画策定調査の目的、メンバー、日程等を説明したのち、プロジェクトの概要を、PDM 暫定版を基に説明した。

3) キックオフ・ミーティングのセット

- ・ 9/19のキックオフ・ミーティングの開催を説明した。参加機関については CVGHM 等が調整しているが、PUSAIR も呼んだ方がいいとの意見だった。(CVGHM へは、メールにて PUSAIR のコメントを伝達済み)
- 4) 署名式
- ・ 9/25 (水) の M/M 署名者は4機関間で協議することだが、エネルギー・鉱物資源省、公共事業省、BMKG の3者で署名した方がいいとの考えを示した。
- 5) プロジェクトの内容
- ・ プロジェクトの内容について、先方に要請書のコピーを提供した。5つの成果の担当機関を確認していた。パイロット・サイトの質問があり、5火山を説明した。

受取資料：PUSAIR (RCWR) のパンフレット

提供資料：詳細計画策定調査の概要

日程表、PDM (対処方針会議資料)

要請書

面談先：ガジャ・マダ大学 (UGM) 水理学研究室長 Djoko Legono 教授

日時：2013年9月16日 (月) 10:00 – 12:30

場所：Universitas Gadjah Mada

参加者：Prof., Dr., Ir. Djoko Legono, Head of Hydraulics Laboratory, UGM

Tel: 0274 519788, HP: 0811-267-657

Email: djokolegono@yahoo.com

面談者：皆川

本プロジェクトの主要実施機関の一つである UGM (ガジャマダ大学水門工学) のジョコ教授を表敬訪問し、本プロジェクトの概要を説明した。

<面談内容>

1) M/M、R/D の内容

- ・ 事前に送付した M/M、R/D のドラフトを基に、プロジェクトの枠組みを説明した。詳細内容については、特別な質問はなかった。
- ・ サインにつき、同大学の正式名はインドネシア語の Universitas Gadjah Mada としてほしいとのこと。サイナーは、副学長がいい。他の機関のサイナーについては、4機関で Totok を中心に調整することになる。
- ・ PDM 上の活動について、
 - ・ 1-2は、UGM+STC (Pusair を含む) が担当する。
 - ・ 1-3は STC が担当する内容であり、担当候補の研究者名を書き込んだ。(午後に面談した STC でも、同様な指摘があり、UGM, STC, Pusair の3機関の担当者名を R/D に書き込ん

別添資料2

だ。)

- ・ 3-1及び3-2は、計画通り UGM+STC が担当することを確認した。
- ・ 5-1、5-2共に、全関係機関が参加することを確認した。
- ・ プロジェクトの C/P については、Project Director は鉱物エネルギー資源省から出してもらうことで問題はない。Project Manager は、Totok になることを確認した。
- ・ プロジェクト事務所の提供については、メラピ山をベースにする初期の活動中は、BPPTK のスペースが提供されることになる。

2) 質問票について

時間が十分になかったことから、”1. General”部分はスキップし、他の項目の質問をおこなった。

- ・ ジョコ教授が所属する水理工学学科の組織、研究者スタッフ等については、website: tspil.ugm.ac.id を参照してとりもとまることとした。
- ・ 他ドナーの活動として、火山に関するものとしては、世銀の Disaster Risk Management Network に参加している。これは、コミュニティベースでの防災組織作りをするものであり、メラピ山の火山災害も含まれている。世銀の Jawa Reconstruction Fund を利用したものである。
- ・ JICA プロジェクトへの期待としては、第一に人材育成、第2にメラピ山対策の具体化、第3に関係者、住民の関心度を高め、新しい技術への理解を進めてもらうことである。
- ・ 前 SATREPS (東大・佐竹教授) には参加しなかったため、活動の詳細は不明。
- ・ ジョグジャにある CVGHM の支所である BPPTK との会談を明日に希望し、ジョコ教授にアレンジをお願いした (まだ、情報はない)。

この後、STC との会合が13:00にセットされたとの連絡が JICA 事務所から入ったため、STC へ向かった。

面談先：公共事業省研究開発庁水資源研究センター砂防研究室 (Balai Sabo ; STC)

日時：2013年9月16日 (月) 13:15 – 15:00

場所：Sabo Experimental Station, Sopalan Maguwoharjo, Depok Sleman, Yogyakarta

参加者：Mr. Untung Budi Santosa, Head of Balai Sabo, email: untung.sabo@gmail.com,

Tel 0274-886350 HP: 0815-870-0996

(京都大学・藤田教授の元で工学修士号取得)

Mr. Djudi, Staff, STC

Ms. F. Tara Yunita, Staff, STC

Mr. C. Bambang Sukatya, Staff, STC

面談者：皆川

本プロジェクトの主要実施機関の一つである公共事業省研究開発庁水資源研究センター砂防研究室のウントゥン所長を表敬訪問し、本プロジェクトの概要を説明した。なお、同機関は公共事業省の水資源研究センター (Pusair) の8つある研究室になっていることから、インドネシア内部

では「砂防研究室 (Balai Sabo)」という呼称になっているが、外国の研究機関向けには依然「砂防技術センター：Sabo Technology Center (STC)」と呼称している。

<面談内容>

1) M/M 及び R/D の内容

- ・ ウントゥン所長は、既に事前送付した資料に目を通しており、こちらからの説明に関し、特に質問があったのが、活動の担当機関についてであった。結果として、UGM のジョコ教授が指摘したものと同一であり、「1-3」には、砂防グループ (STC と UGM) が含まれるとのこと。また、STC からの参加職員の名前を R/D に書き込んでいった。(UGM と STC から得た参加職員の名前を書き込んだ R/D の改訂版を添付した。)
- ・ また、Kick-off meeting には、Head of Pusair に招待状を出した方がいいとの、コメントがあった。

2) スケジュール

- ・ 9/19の kick-off meeting と9/25の署名式について、詳しく説明した。また、その他の日にも必要に応じて関係機関との会合を持つ用意があることを説明し、了解された。

2) 質問票

- ・ 「1. General」はスキップすることとして、他の設問に対する回答を email または、9/19の Kick-off Meeting 時に受け取ることにした。

3) その他

- ・ 日本の砂防関係者が頻繁に同センターを訪問しており、職員の中に多少の日本語を使えるものがいるとのこと。
- ・ ウントゥン所長も、京都大学藤田研究室で工学修士号を取得したとのこと。日本語も十分理解できている。

Project Design Matrix Ver.0 (Created on September 2013)

Project Title : The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products

Implementing Agency : Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation(CVGHM)

Duration: March 2014~ March 2019 (5 years)

Created on September 2013

| Narrative Summary | Objective Verifiable Indicators | Means of Verification | Important Assumption |
|---|---|-----------------------|--|
| <p><Overall Goal> The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.</p> | | | |
| <p><Project Purpose> The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.</p> | | | |
| <p><Outputs> 1. Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.</p> <p>2. Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.</p> <p>3. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.</p> <p>4. Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.</p> <p>5. The SSDM composed by 1. to 4. is established.</p> | <p>1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tiltmeters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time.</p> <p>1-2 Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of Integrated GIS based simulator.</p> <p>1-3 Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with specio-temporally high resolution</p> <p>2-1 Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity.</p> <p>3-1 Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow induced by precipitation, and topography change, eg. river bed variation due to movement of sediment.</p> <p>3-2 Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated.</p> <p>4-1 Specio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine.</p> <p>4-2 Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed.</p> <p>5-1 Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster.</p> <p>5-2 Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity.</p> | | <p>Necessary budget and manpower for the counterpart organizations, disaster management authorities, and related organizations are properly allocated.</p> |
| <p><Activities> (Activities for Output 1) 1-1 To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale. 1-2 To develop the observation system for prediction of sediment movement. 1-3 To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud.</p> <p>(Activities for Output 2) 2-1 To develop the transition model based on the database of volcanic activities. 2-2 To develop the prediction models of eruption rate.</p> <p>(Activities for Output 3) 3-1 To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena. 3-2 To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta.</p> <p>(Activities for Output 4) 4-1 To upgrade the model of volcanic ash dispersion. 4-2 To develop early warning system for volcanic ash.</p> <p>(Activities for Output 5) 5-1 To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM. 5-2 To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.</p> | <p><Inputs> Input from Japan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispatch of long-term expert, • Dispatch of short-term experts, • Provision of equipment, and • Training of the counterpart personnel in Japan. <p>Input from the Indonesian side</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assignment of the counterpart personnel, • Provision of office space and facilities necessary for the Project, and • Allocation of the budget necessary for the Project. | | <p>Installed equipment is not stolen and/or seriously damaged intentionally or naturally.</p> <p>Major natural disasters do not hinder the project activities.</p> |

MINUTES OF MEETING
BETWEEN
JAPANESE DETAILED PLANNING SURVEY TEAM
AND
AUTHORITIES CONCERNED OF
THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
THE PROJECT
FOR
INTEGRATED STUDY ON MITIGATION OF MULTIMODAL DISASTERS
CAUSED BY EJECTION OF VOLCANIC PRODUCTS
IN
THE REPUBLIC OF INDONESIA

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Katsuji Miyata, visited the Republic of Indonesia (hereinafter referred to as “Indonesia”) from September 8th to 25th, 2013 for the purpose of formulating the technical cooperation program concerning the project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia (hereinafter referred to as “the Project”).

During its stay in Indonesia, the Team exchanged views and opinions and had a series of discussions with the Indonesian authorities concerned with respect to desirable measures to be taken by JICA and the Government of the Republic of Indonesia (hereinafter referred to as “GOI”) for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, the Team and Indonesian authorities concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Bandung, September 23rd, 2013

宮田 克二

Katsuji MIYATA
 Team Leader
 Detailed Planning Survey Team
 Japan International Cooperation Agency
 Japan



Muhamad HENDRASTO
 Head,
 Center for Volcanology and Geological Hazard
 Mitigation (CVGHM),
 Geological Agency,
 Ministry of Energy and Mineral Resources
 The Republic of Indonesia



Professor Dwikorita Karnawati
 Vice Rector for Cooperation and Alumni
 Universitas Gadjah Mada
 The Republic of Indonesia

Bambang HARGONO
 Director,
 Research Centre for Water Resources,
 Ministry of Public Works,
 The Republic of Indonesia



Dr. Edvin ALDRIAN
 Director,
 Center for Climate Change and Air Quality,
 Meteorological, Climatological and Geophysical
 Agency (BMKG)
 The Republic of Indonesia

ATTACHED DOCUMENT

I. BACKGROUND OF THE PROJECT

As archipelago country, Indonesia contains over 127 active volcanoes. Volcanic eruptions produce many kinds of material, such as volcanic ash, pyroclastic flow and lava flows. The volcanic products completely destroy their deposit area and volcanic ash is widely dispersed beyond borders of countries. In addition, deposited volcanic ash induces lahars triggered by heavy rain and the lahars cover not only neighboring of volcanoes but also distant place from the volcanoes. Furthermore, the slope of volcanoes is eroded by the lahars and multimodal sediment disaster is induced such as shallow landslides, deep landslides, flush flood and so on. Indonesia is one of the highest risk countries, which are suffered by such multimodal disasters generating by volcanic eruptions.

The Project shall develop an integrated system to mitigate many kinds of disasters which are generated by volcanic eruptions and extended by rain fall and wind, based on scientific technical cooperation between Japanese and Indonesian organizations concerned. The integrated system will be ready to be utilized by national and local governments for mitigation of volcanic and sediment disasters and countermeasure against volcanic ash for airlines.

II. RECORD OF DISCUSSIONS

The draft of the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D"), which stipulates the framework of the Project, will be finalized and signed by the representatives of JICA Indonesia Office and GOI after notification of approval of implementation of the Project by JICA Headquarters. Both sides agreed on the draft R/D shown as Appendix 1.

III. FRAMEWORK OF THE PROJECT

The Project will be carried out under the procedure of a technical cooperation between both governments. The Team and the Indonesian authorities discussed and confirmed the framework of the Project as follows;

1. Project Title

The title of the Project is "the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia".

2. Project Implementing Institutes

(1) The Indonesian side

1) Representative Research Institute

Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources (hereinafter referred to as "CVGHM")

2) Research Institute

- a. Universitas Gadjah Mada (hereinafter referred to as “UGM”)
- b. Sabo Technical Centre, Research Centre for Water Resources, Ministry of Public Work (hereinafter referred to as “STC”)
- c. Centre for Climate Change and Air Quality, Meteorological, Climatological and Geophysical Agency (hereinafter referred to as “BMKG”)

(2) Japanese side

1) Representative Research Institute

Kyoto University

2) Research Institute

- a. Tokyo University
- b. Tsukuba University
- c. Tohoku University
- d. Kobe University
- e. International Center for Water Hazard and Risk Management (ICHARM)
- f. Mie University
- g. Hokkaido University
- h. Kochi University
- i. Ritsumeikan University

3. Study Sites for the Project

Candidates of the study sites for implementing the Project are as follows;

- (1) Semeru Volcano
- (2) Kelud Volcano
- (3) Merapi Volcano
- (4) Galunggung Volcano
- (5) Guntur Volcano

4. Cooperation Period of the Project

The duration of the technical cooperation for the Project will be five (5) years. The date of the Project's commencement is to be defined in the R/D.



5. The Master Plan of the Project

Overall Goal

The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.

Project Purpose

The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.

Outputs

1. Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.
2. Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.
3. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.
4. Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.
5. The SSDM composed by 1. to 4. is established.

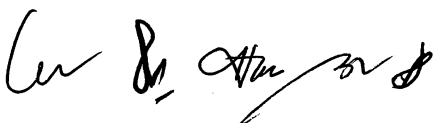
Activities

- 1-1 To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale.
- 1-2 To develop the observation system for prediction of sediment movement.
- 1-3 To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud.

- 2-1 To develop the transition model based on the database of volcanic activities.
- 2-2 To develop the prediction models of eruption rate.

- 3-1 To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena.
- 3-2 To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta.

- 4-1 To upgrade the model of volcanic ash dispersion.
- 4-2 To develop early warning system for volcanic ash.



5-1 To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM.

5-2 To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.

IV. TENTATIVE PLAN OF OPERATION

The tentative Plan of Operation (hereinafter referred to as “PO”) for the whole project period is shown in Appendix 2. The activities of the Project are subject to change within the scope of the R/D with mutual consultation, when necessity arises in the course of implementation of the Project.

V. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. Project Director

Mr. Muhamad Hendrasto, Head of CVGHM

2. Project Manager

Dr. Hendra Gunawan, Head of Volcano monitoring and Investigation Division, CVGHM

VI. JOINT COORDINATING COMMITTEE

The Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as “JCC”) shall be set up at the commencement of the Project. It will be held at least once a year or whenever necessity arises. The functions of the Committee are as follows;

- (i) To supervise the annual and overall progress of the Project in line with the PO;
- (ii) To review the annual work plan of the Project and to evaluate the accomplishment of the annual targets and achievement of the objectives; and
- (iii) To find out our proper ways and means for solution of the major issues arising from or in connection with the Project.

Composition of the JCC is as follows;

1. Chairperson

The Project Director

2. Members

(1) Indonesian side

1) Representative of the following ministries and organizations

- a. Ministry of Energy and Mineral Resources
- b. Geological Agency

- c. CVGHM
- d. UGM
- e. STC
- f. BMKG

2) Observers

- a. PUSAIR

(2) Japanese side

- a. Representative(s) of JICA Indonesia Office
- b. Project Leader
- c. Group Leaders
- d. Other Japanese experts
- e. Project Coordinator
- f. Member(s) of missions dispatched by JICA
- g. Other officials appointed by the Project Leader may attend the committee meetings as observers.

VII. MEASURES TO BE TAKEN BY THE INDONESIAN SIDE

Both sides agreed following things;

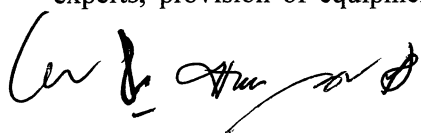
- The Indonesian side provides office space in the CVGHM office and its electricity, water supply, Internet, telephone line, furniture and other necessary facilities for Japanese experts;
- The Indonesian side secures the budget for expenses necessary for the transportation within Indonesia of the equipment as well as for the installation, operation and maintenance thereof;
- The Indonesian side bears customs duties, internal taxes and any other charges, imposed in Indonesia on the equipment; and
- The Indonesian side bears running expenses necessary for the implementation of the Project.

VIII. OTHERS

1. Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development

Both sides noted that the Project is implemented under the “Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)*” promoted by JICA and Japan Science and Technology Agency (hereinafter referred to as “JST”) in collaboration.

JICA will take necessary measures for the technical cooperation such as dispatch of Japanese experts, provision of equipments and trainings of personnel, and other supports related to the Project in



Indonesia.

JST will support the Japanese research institutes/researchers for the Project activities in Japan.

* “Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development” aims to develop new technology and its applications for tackling global issues, and also aims at capacity development of researchers and research institutes in both countries.

2. Memorandum of Understanding between Japanese and the Indonesian Research Institutes

For effective and smooth implementation of the Project, Japanese representative research institute to which the Project Leader belongs and the Indonesian representative research institute to which the Project Manager belongs will have the “Memorandum of Understanding (MOU)” for intellectual property and other necessary matters in accordance with the scope of the R/D.

3. Tax exemption

The Indonesian side shall take necessary measures to exempt customs duties, internal taxes and any other charges, imposed in Indonesia on the donated equipments.

Appendix 1 RECORD OF DISCUSSIONS (R/D) (DRAFT)

Appendix 2 PLAN OF OPERATION (TENTATIVE)

Appendix 3 PROJECT DESIGN MATRIX (TENTATIVE)



(DRAFT)
RECORD OF DISCUSSIONS
BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF
THE REPUBLIC OF INDONESIA
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
THE PROJECT
FOR
INTEGRATED STUDY ON MITIGATION OF MULTIMODAL DISASTERS
CAUSED BY EJECTION OF VOLCANIC PRODUCTS
IN
THE REPUBLIC OF INDONESIA

In response to the request of the Government of the Republic of Indonesia, the Government of Japan has decided to conduct the technical cooperation for the project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia (hereinafter referred to as "the Project") (hereinafter referred to as "the Project").

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation scheme of the Government of Japan, will cooperate with the authorities concerned of the Government of the Republic of Indonesia for the Project.

JICA and the Indonesian authorities concerned had a series of discussions on the framework of the Project. As a result of the discussions, JICA and the Indonesian authorities concerned agreed on the matters referred to in the documents attached hereto.

Jakarta, MM DD, YYYY

(NAME)

Chief Representative
 JICA Indonesia Office
 Japan International Cooperation Agency
 Japan

Muhamad HENDRASTO

Head,
 Center for Volcanology and Geological Hazard
 Mitigation (CVGHM),
 Geological Agency,
 Ministry of Energy and Mineral Resources
 The Republic of Indonesia

Professor Dwikorita Karnawati
 Vice Rector for Cooperation and Alumni
 Universitas Gadjah Mada
 The Republic of Indonesia

Bambang HARGONO

Director,
 Research Centre for Water Resources,
 Ministry of Public Work,
 The Republic of Indonesia



Dr. Edvin ALDRIAN

Director,
 Centre for Climate Change and Air Quality,
 Meteorological, Climatological and Geophysical
 Agency (BMKG)
 The Republic of Indonesia

I. BACKGROUND OF THE PROJECT

As archipelago country, Indonesia contains over 127 active volcanoes. Volcanic eruptions produce many kinds of material, such as volcanic ash, pyroclastic flow and lava flows. The volcanic products completely destroy their deposit area and volcanic ash is widely dispersed beyond borders of countries. In addition, deposited volcanic ash induces lahars triggered by heavy rain and the lahars cover not only neighboring of volcanoes but also distant place from the volcanoes. Furthermore, the slope of volcanoes is eroded by the lahars and multimodal sediment disaster is induced such as shallow landslide, deep landslide, flush flood and so on. Indonesia is one of the highest risk countries, which are suffered by such multimodal disasters generating by volcanic eruptions.

The Project shall develop an integrated system to mitigate many kinds of disasters which are generated by volcanic eruptions and extended by rain fall and wind, based on scientific technical cooperation between Japanese and Indonesian organizations concerned. The integrated system will be ready to be utilized by national and local governments for mitigation of volcanic and sediment disasters and countermeasure against volcanic ash for airlines.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

1. Title of the Project

The title of the Project is “the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia”.

2. Master Plan of the Project

The Project shall be implemented in accordance with the Master Plan shown in Annex 1.

3. Input

(1) Input by Japanese Side

1) Dispatch of Experts

JICA shall provide the services of the Japanese Experts as listed in Annex II. The provisions of Article III of the Agreement will be applied to the above-mentioned experts.

2) Training of the Indonesian counterparts in Japan

JICA shall receive the Indonesian counterparts of the Project for technical training in Japan as short-term trainees, master degree and/or doctor degree students.

3) Machinery and Equipment

JICA shall provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to

as “the Equipment”) necessary for the implementation of the Project within the budget limitation as listed in Annex V. The provision of Article III of the Agreement will be applied to the Equipment.

(2) Input by the Indonesian side

The Indonesian side shall take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) Services of the Indonesian counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-6.
- (b) Suitable office space with necessary equipment;
- (c) Supply or replacement of machineries, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;
- (d) Information as well as support in obtaining medical service;
- (e) Credentials or identification cards;
- (f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;
- (g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;
- (h) Expenses necessary for transportation within Indonesia of the equipment procured by the Project as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and
- (i) Necessary facilities to the JICA experts for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Indonesia from Japan in connection with the implementation of the Project

4. Implementation Structure

(1) Research Institute of the Indonesian side

1) Representative Research Institute

Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, Ministry of Energy and Mineral Resources (hereinafter referred to as “CVGHM”)

2) Research Institute

- a. Gadjah Mada University (hereinafter referred to as “GMU”)
- b. Sabo Technical Centre, Ministry of Public Work (hereinafter referred to as “STC”)
- c. Meteorological, Climatological and Geophysical Agency (hereinafter referred to as “BMKG”)

(2) Research Institute of Japanese side

1) Representative Research Institute

Kyoto University

2) Research Institute

- a. Tokyo University



- b. Tsukuba University
- c. Tohoku University
- d. Kobe University
- e. International Center for Water Hazard and Risk Management (ICHARM)
- f. Mie University
- g. Hokkaido University
- h. Kochi University
- i. Ritsumeikan University

(3) Administration of the Project

1) Project Director

Mr. Muhamad Hendrast, Head of CVGHM

2) Project Manager

Dr. Hendra Gunawan/Head of Volaco monitoring and Investigation Division, CVGHM

(4) JICA Experts

The JICA experts shall give necessary technical guidance, advice and recommendations to the Indonesian researchers on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(5) Joint Coordinating Committee

The Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") shall be set up at the commencement of the Project. It will be held at least once a year or whenever necessity arises. The functions of the Committee are as follows;

- 1) To supervise the annual and overall progress of the Project in line with the PO;
- 2) To review the annual work plan of the Project and to evaluate the accomplishment of the annual targets and achievement of the objectives; and
- 3) To find out our proper ways and means for solution of the major issues arising from or in connection with the Project.

A list of proposed members of JCC is shown in the Annex IV.

5. Project Sites

The study sites for implementing the Project are as follows;

- (1) Semeru Volcano
- (2) Kelud Volcano
- (3) Merapi Volcano
- (4) Galunggung Volcano



(5) Guntur Volcano

6. Beneficiaries of the Project

Beneficiaries of the Project are as follows;

- (1) CVGHM, GMU, STC and BMKG
- (2) Organizations concerned to Disaster Risk Reduction
- (3) Peoples who live around the Project Sites
- (4) Aviation Sector

7. Duration of the Project

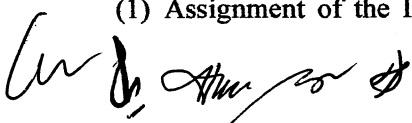
2014.XX to 2019.XX (5 years)

8. Reports of the Project

Reports shall be prepared in collaboration between the Indonesian side and Japanese side at least once a year in order to confirm the progress of the Project.

III. UNDERTAKINGS TO BE TAKEN BY THE INDONESIAN SIDE

1. The Indonesian side shall take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of Japanese technical cooperation through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.
2. The Indonesian side shall ensure that the technologies and knowledge acquired by the Indonesian nationals as a result of Japanese technical cooperation will contribute to the economic and social development of the Indonesia.
3. The Indonesian side shall grant privileges, exemptions and benefits to the Japanese experts mentioned in Annex II and their families, which are no less favorable than those accorded to experts of third countries working in the Indonesia under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme, and as provided under applicable laws, regulations, or policies of the Indonesia.
4. The Indonesian side will ensure that the Equipment shall be utilized effectively for the implementation of the Project in consultation with the Japanese experts referred to in Annex II.
5. The Indonesian side will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Indonesian personnel from technical training in Japan will be utilized effectively in the implementation of the Project.
6. In accordance with the laws and regulations in force in the Indonesia, the Indonesian side shall take necessary measures to provide at its own expense:
 - (1) Assignment of the Indonesian counterpart personnel and administrative personnel as listed in the



Annex III;

- (2) Office and its electricity, water supply, internet, telephone and other office facilities ; and
- (3) Supply or replacement of machinery, equipment , instruments, vehicles, tools, spare parts, and any other materials necessary for the implementation of the Project except for the Equipment provided by JICA.

7. In accordance with the laws and regulations in force in the Indonesia, the Indonesian side shall take necessary measures to meet:

- (1) Expenses necessary for the transportation within the Indonesia of the Equipment as well as for the installation, operation and maintenance thereof;
- (2) Customs duties, internal taxes and any other charges, imposed in the indonesia on the Equipment; and
- (3) Running expenses necessary for the implementation of the Project.

IV. EVALUATION

(1) JICA and the Indonesian side shall jointly conduct the following evaluations and reviews.

- 1) Mid-term Review at the middle of the cooperation term
 - 2) Terminal Evaluation at about six (6) months before of the completion of the Project.
- (2) JICA shall conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The Indonesian side is required to provide necessary support for them.

- 1) Ex-post Evaluation three (3) years after the project completion, in principle
- 2) Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, the Indonesian side shall take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Indonesia.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and the Indonesian side shall consult each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The Record of Discussions may be amended by the Minutes of Meetings between JICA and the Indonesian side.

The Minutes of Meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the Record of Discussions.

List of Annex

- Annex I. Master Plan
- Annex II. List of Japanese Experts
- Annex III. List of the Indonesian Counterpart and Administrative Personnel
- Annex IV. Joint Coordinating Committee Members
- Annex V. List of Equipment

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. J. Han' followed by a stylized flourish.

Annex I. Master Plan

Overall goal

The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.

Project purpose

The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.

Outputs


1. Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.
2. Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.
3. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.
4. Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.
5. The SSDM composed by 1. to 4. is established.

Activities

- 1-1 To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale.
- 1-2 To develop the observation system for prediction of sediment movement.
- 1-3 To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud.

- 2-1 To develop the transition model based on the database of volcanic activities.
- 2-2 To develop the prediction models of eruption rate.

- 3-1 To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena.
- 3-2 To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta.



4-1 To upgrade the model of volcanic ash dispersion.

4-2 To develop early warning system for volcanic ash.

5-1 To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM.

5-2 To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.

Note: In case the Master Plan needs to be modified, both sides will agree on and confirm such modifications in minutes of meetings.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. J. ...' followed by a stylized flourish.

Annex II. List of Japanese Experts

1. Project Leader

Masato IGUCHI

Professor, Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

2. Project Coordinator

One Long term expert will be assigned to the Project as the Project Coordinator

3. Short term experts

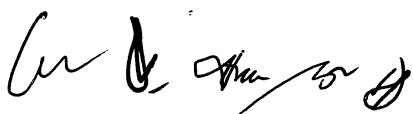
The Short term experts shall be assigned to the Project as follows.

The Japanese Short Term Experts of the Project

| Outputs | Activities | Leader/Members |
|---------|------------|---|
| 1 | | <Group Leader> Haruhisa NAKAMICHI |
| | 1-1 | <Sub Group Leader> Haruhisa NAKAMICHI Masato IGUCHI, Takahiro OHKURA, Takeshi TAMEGURI, Takeshi NISHIMURA |
| | 1-2 | <Sub Group Leader> Yutaka GONDA Daizo TSUTSUMI, Shusuke MIYATA, Masaharu FUJITA |
| | 1-3 | <Sub Group Leader> Satoru OISHI Hiroshi TSUJIMOTO |
| 2 | | <Group Leader> Setsuya NAKADA |
| | 2-1 | <Sub Group Leader> Setsuya NAKADA Mitsuhiro YOSHIMOTO, Fukashi MAENO, Natsumi HOKANISHI, Haruhisa NAKAMICHI |
| | 2-2 | <Sub Group Leader> Takeshi NISHIMURA Masato IGUCHI |
| 3 | | <Group Leader> Kuniaki MIYAMOTO |
| | 3-1 | <Sub Group Leader> Katsuo SASAHARA Yoshifumi SATOFUKA, Yutaka GONDA, Daizo TSUTSUMI, Shusuke MIYATA, Kana NAKATANI |
| | 3-2 | <Sub Group Leader> Kuniaki MIYAMOTO Masaharu FUJITA, Tadanori ISHIZUKA |

| Outputs | Activities | Leader/Members |
|---------|------------|---|
| 4 | | <Group Leader> Junichi YOSHITANI |
| | 4-1 | <Sub Group Leader> Hiroshi TANAKA Nario YASUDA, Satoru OISHI, Hiroshi TSUJIMOTO, Daisuke MIKI |
| | 4-2 | <Sub Group Leader> Junichi YOSHITANI Nario YASUDA |
| 5 | | <Group Leader> Masaharu FUJITA |
| | 5-1 | <Sub Group Leader> Kuniaki MIYAMOTO Katsuo SASAHARA, Satoru OISHI, Yutaka GONDA, Masaharu FUJITA, Tadanori ISHIZUKA, Setsuya NAKADA, Takeshi NISHIMURA, Masato IGUCHI |
| | 5-2 | <Sub Group Leader> Masaharu FUJITA Takashi YAMADA, Tadanori ISHIZUKA, Kuniaki MIYAMOTO, Setsuya NAKADA, Masato IGUCHI |

Notes: Field, number and term of assignment of experts will be decided through mutual consultation at the beginning of each Japanese fiscal year.



Annex III. List of the Indonesian Counterparts and Administrative Personnel

1. Project Director

Mr. Muhamad Hendrasto, Head of CVGHM

2. Project Manager

Dr. Hendra Gunawan/Head of Volaco monitoring and Investigation Division, CVGHM

3. Counterparts

The Indonesian Counterparts shall be assigned for the Project as follows.

The Indonesian Counterparts of the Project

| Outputs | Activities | Leader/Members |
|---------|------------|--|
| 1 | | <Group Leader> Hendra Gunawan |
| | 1-1 | <Sub Group Leader> Hendra Gunawan Kristianto, Akhmad Basuki, Heri Kuswandarto, Umar Rosadi, Iyan Mulyana, Cahya Patria, IGM Agung Nandaka, Nurudin, Anton Susilo |
| | 1-2 | <Sub Group Leader> William Putuhena Sutikno (STC) , Rachmad JAYADI |
| | 1-3 | <Sub Group Leader> Riris Adriyanto (BMKG) Akhyar Musa, Djati Iswandoyo (STC) Rachmad Jayadi (UGM), Cosmas Bambang Sukotjo |
| 2 | | <Group Leader> Agus Budiarto |
| | 2-1 | <Sub Group Leader> Subandriyo Agus Budiarto, Dewi Sri Sayudi, Kushendratno, Hetty Triastuti, Novi (CVGHM) Agung Harijoko (UGM), Wayan Warmada (UGM) |
| | 2-2 | <Sub Group Leader> M. Nugraha Kartadinata Nia Haerani, Anjar Hariwaseso, Oktory Prambada, Sri Sumarti, Nur Naning Aisyah (CVGHM), Rokhmat (STC), Andi Subiyanto (STC), Lucas Donny (UGM) |
| 3 | | <Group Leader> Adam Pamudji Rabardjo |
| | 3-1 | <Sub Group Leader> Teuku Faisal Fathani Ikhsan Istiarto (UGM), Ardian Alfianto (STC) |

| Outputs | Activities | Leader/Members |
|---------|------------|--|
| | 3-2 | <Sub Group Leader> Pudji Harjanto Adhi Kurniawan (UGM), Tata Yunita, Diah Ayu Puspitasari (STC) |
| 4 | | <Group Leader> Edvin Aldrian |
| | 4-1 | <Sub Group Leader> Samsul Huda Mangasa Naibaho (BMKG), Wardhani Sartono (UGM) |
| | 4-2 | <Sub Group Leader> Edison Kurniawan (BMKG) Mustari Heru Jatmiko (BMKG), Imam Muthohar (UGM) |
| 5 | | <Group Leader> Djoko Legono |
| | 5-1 | <Sub Group Leader> Untung Budi Santosa (STC) Adam Pamudji Rahardjo (UGM), Radiana Triatmadja (UGM) |
| | 5-2 | <Sub Group Leader> Djoko Legono Muhammad Sulaiman (UGM), Supriyati D Andreastuti, Imam Santosa (CVGHM), Dwi Kriantianto (PUSAIR) |

Notes: The Indonesian side will identify each counterpart personnel by the commencement of the Project.



Annex IV. Joint Coordinating Committee Members

1. Chairperson

The Project Director

2. Members

(1) Indonesian side

1) Representative and/or counterparts of the following ministries and organizations

- a. Ministry of Energy and Mineral Resources
- b. Geological Agency
- c. CVGHM
- d. UGM
- e. STC
- f. BMKG

2) Observers

- a. PUSAIR

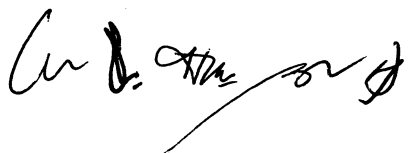
(2) Japanese side

- a. Representative(s) of JICA Indonesia Office
- b. Project Leader
- c. Group Leaders
- d. Other Japanese experts
- e. Project Coordinator
- f. Member(s) of missions dispatched by JICA
- g. Other officials appointed by the Project Leader may attend the committee meetings as observers.



Annex V. List of Equipment

- X band MP Radar
- Hydrological Observation Systems
- Broadband Seismometers
- Short period Seismometers
- Tilt Meters
- GNSS
- Wireless Telemetry Systems
- Laser Distance Meters
- IR Cameras
- Data Receiving Servers

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. J. Anderson'.

Tentative Plan of Operation

| Research Subjects(*1) | FY2013 (Xmonths) | FY2014 | FY2015 | FY2016 | FY2017 | FY2018 (Xmonths) |
|---|---|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| 1. Development of total observation system 【Total observation system】 (Group 1) 1-1 Volcano monitoring 1-2 Hydrological observations and sediment movement monitoring 1-3 Rain and volcanic ash clouds monitoring by radar | | | | | | |
| | Design and installation | | | | | |
| | Design and installation | | | | | |
| | Design and installation | | | | | |
| 2. Forecasting and real-time estimation of discharge rate 【Early warning system of volcanic eruptions】 (Group 2) 2-1 Database and scenarios of precursory phenomena and volcanic activity 2-2 Modeling of discharge rate of volcanic products | | | | | | |
| | Geological survey and database | | | | | |
| | Modeling and svstem installation | | | | | |
| 3. Forecasting multimodal sediment disasters 【Integrated GIS based simulators of multimodal sediment movement】 (Group 3) 3-1 Modeling of multimodal sediment movement 3-2 Integrated GIS based simulators | | | | | | |
| | Development of simulation engine | | | | | |
| | Database and svstem installation | | | | | |
| 4. Forecasting influence on airlines due to volcanic ash 【Early warning system of volcanic ash】 (Group 4) 4-1 Upgrading of dispersion simulation of volcanic ash 4-2 Early warning system of volcanic ash cloud | | | | | | |
| | Observation of volcanic ash and upgrading | | | | | |
| | Svstem installation | | | | | |
| 5. Integration to support system of decision making 【Support system of decision making for mitigation of multimodal disasters】 (Group 5) 5-1 Integration of sub-systems 5-2 Promotion of utilization of the support system of decision making | | | | | | |
| | Svstem installation | | | | | |
| | Foundation of consortium and seminar | | | | | |

Project Design Matrix Ver.0 (Created on September 2013)

Project Title : The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products
 Implementing Agency : Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation(CVGHM)
 Duration: March 2014 ~ March 2019 (5 years)
 Created on September 2013

| Narrative Summary | Objective Verifiable Indicators | Means of Verification | Important Assumption |
|---|--|-----------------------|---|
| <p><Overall Goal> The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.</p> | | | |
| <p><Project Purpose> The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.</p> | | | |
| <p><Outputs> 1. Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.</p> | 1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tiltmeters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time. 1-2. Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of integrated GIS based simulator. 1-3. Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with specio-temporally high resolution | | Necessary budget and manpower for the counterpart organizations, disaster management authorities, and related organizations are properly allocated. |
| <p>2. Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.</p> | 2-1. Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity. | | |
| <p>3. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.</p> | 3-1. Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow induced by precipitation, and topography change, eg. river bed variation due to movement of sediment. 3-2. Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated. | | |
| <p>4. Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.</p> | 4-1. Specio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine. 4-2. Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed. | | |
| <p>5. The SSDM composed by 1. to 4. is established.</p> | 5-1. Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster. 5-2. Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity. | | |
| <p><Activities> (Activities for Output 1) 1-1 To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale. 1-2 To develop the observation system for prediction of sediment movement. 1-3 To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud. (Activities for Output 2) 2-1 To develop the transition model based on the database of volcanic activities. 2-2 To develop the prediction models of eruption rate. (Activities for Output 3) 3-1 To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena. 3-2 To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta. (Activities for Output 4) 4-1 To upgrade the model of volcanic ash dispersion. 4-2 To develop early warning system for volcanic ash. (Activities for Output 5) 5-1 To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM. 5-2 To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.</p> | <p><Inputs> Input from Japan • Dispatch of long-term expert, • Dispatch of short-term experts, • Provision of equipment, and • Training of the counterpart personnel in Japan. Input from the Indonesian side • Assignment of the counterpart personnel, • Provision of office space and facilities necessary for the Project, and • Allocation of the budget necessary for the Project.</p> | | Installed equipment is not stolen and/or seriously damaged intentionally or naturally. Major natural disasters do not hinder the project activities. |